

## APPENDIX A

### PERHITUNGAN NERACA MASSA

Kapasitas produksi : 20.837.976 kemasan/th

: 86.825 kemasan/hari

: 86.825 kemasan/hari x 20 g/kemasan

: 1.736.500 g/hari

: 1.736,5 kg/hari

Waktu operasi : 240 hari/tahun

Tipe operasi : batch (1 hari = 1 batch)

Basis : kg

Produk yang dihasilkan adalah *anti acne loose face powder* dengan komposisi:

➤ *Talc* : 64 %

➤ *Corn strach* : 10%

➤ *Magnesium stearate* : 1,5%

➤ *Titanium dioxide* : 10%

➤ *Zink oxide* : 5%

➤ Kaolin : 3%

➤ Asam salisilat : 1%

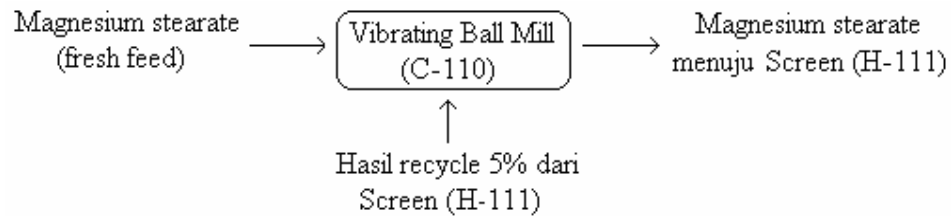
➤ *Magnesium carbonate*: 0,5%

➤ Pengawet : 0,3% (*methyl paraben* 0,2%; *prophyl paraben* 0,1%)

➤ Pewarna : 3,7%

➤ *Fragrance* : 1%

### 1. *Vibrating Ball Mill (C-110)*



#### Bahan Masuk

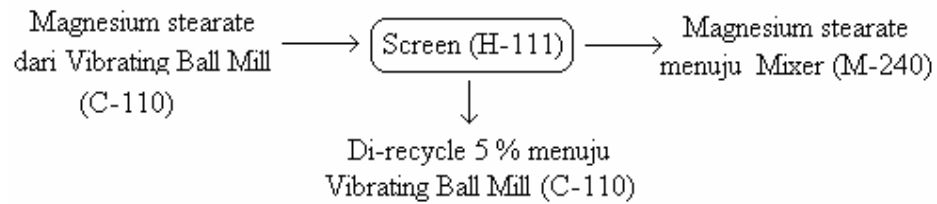
##### *Magnesium stearate*

- *Magnesium stearate* yang terkandung dalam bedak tabur = 1,5%
- *Magnesium stearate* ideal yang dibutuhkan =  $1,5\% \times 1.736,5 \text{ kg/batch}$   
= 26,0475 kg
- Kemurnian *magnesium stearate* = 100%
- Diasumsikan bubuk *magnesium stearate (recycled powder)* yang berasal dari *screen* (H-111) adalah 5% dari total input.
- Total input *magnesium stearate* yang dibutuhkan:  
$$= \frac{100}{95} \times 26,0475 \text{ kg} = 27,4184 \text{ kg}$$
- Total input *magnesium stearate* ini terdiri dari:
  - a. *Fresh feed*: 26,0475 kg
  - b. *Hasil recycle* dari *screen* (H-111):  $5\% \times 27,4184 \text{ kg} = 1,3709 \text{ kg}$

#### Bahan Keluar

- Total output *magnesium stearate* yang dihasilkan  
$$= 26,0475 \text{ kg} + 1,3709 \text{ kg}$$
$$= 27,4184 \text{ kg}$$

## 2. Screen (H-111)



### Bahan Masuk

*Magnesium stearate* dari *Vibrating Ball Mill* (C-110) = 27,4184 kg

### Bahan Keluar

Total output *magnesium stearate* dari *screen* (H-111) terdiri dari:

a. *Magnesium stearate* menuju *mixer* (M-240)

$$= 95\% \times 27,4184 \text{ kg}$$

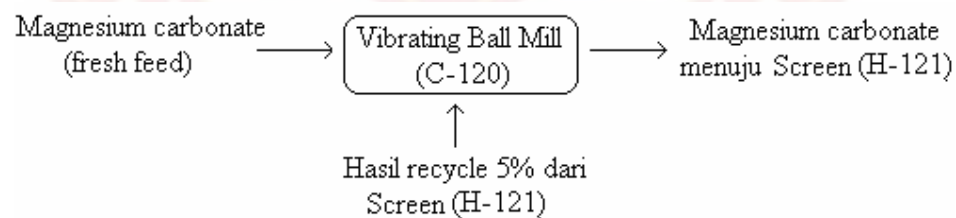
$$= 26,0475 \text{ kg}$$

b. *Magnesium stearate* di-recycle menuju *Vibrating Ball Mill* (C-110)

$$= 5\% \times 27,4184 \text{ kg}$$

$$= 1,3704 \text{ kg}$$

## 3. Vibrating Ball Mill (C-120)



### Bahan Masuk

*Magnesium carbonate*

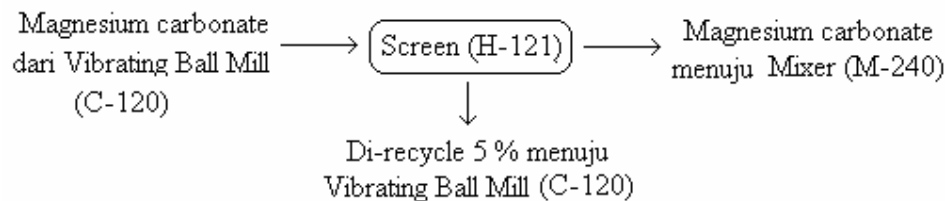
➤ *Magnesium carbonate* yang terkandung dalam bedak tabur = 0,5%

- *Magnesium carbonate* ideal yang dibutuhkan =  $0,5\% \times 1.736,5 \text{ kg}$   
 $= 8,6825 \text{ kg}$
- Kemurnian *magnesium carbonate* = 100%
- Diasumsikan bubuk *magnesium carbonate (recycled powder)* yang berasal dari *screen* (H-121) adalah 5% dari total input.
- Total input *magnesium carbonate* yang dibutuhkan:  
 $= \frac{100}{95} \times 8,6825 \text{ kg} = 9,1395 \text{ kg}$
- Total input *magnesium carbonate* ini terdiri dari:
  - a. *Fresh feed*: 8,6825 kg
  - b. *Recycle* dari *screen* (H-121):  $5\% \times 9,1395 \text{ kg} = 0,4570 \text{ kg}$

#### Bahan Keluar

- Total output *magnesium carbonate* yang dihasilkan  
 $= 8,6825 \text{ kg} + 0,4570 \text{ kg}$   
 $= 9,1395 \text{ kg}$

#### **4. Screen (H-121)**



#### Bahan Masuk

*Magnesium carbonate* dari *Vibrating Ball Mill* (C-120) = 9,1395 kg

### Bahan Keluar

Total output *magnesium carbonate* dari *screen* (H-121) terdiri dari:

a. *Magnesium carbonate* menuju *mixer* (M-240)

$$= 95\% \times 9,1395 \text{ kg}$$

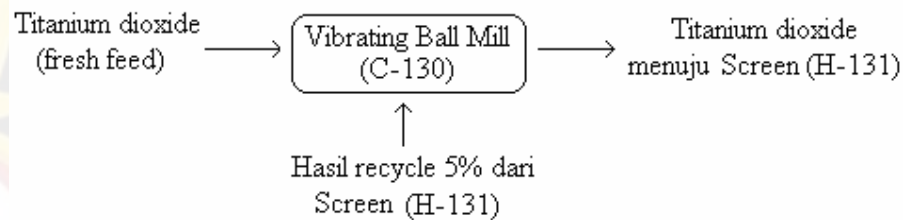
$$= 8,6825 \text{ kg}$$

b. *Magnesium carbonate* di-recycle menuju *Vibrating Ball Mill* (C-120)

$$= 5\% \times 9,1395 \text{ kg}$$

$$= 0,4570 \text{ kg}$$

### **5. *Vibrating Ball Mill* (C-130)**



### Bahan Masuk

*Titanium dioxide*

- *Titanium dioxide* yang terkandung dalam bedak tabur = 10%
- *Titanium dioxide* ideal yang dibutuhkan =  $10\% \times 1.736,5 \text{ kg}$   
 $= 173,6500 \text{ kg}$
- Kemurnian *titanium dioxide* = 100%
- Diasumsikan bubuk *titanium dioxide* (*recycled powder*) yang berasal dari *screen* (H-131) adalah 5% dari total input.

➤ Total input *titanium dioxide* yang dibutuhkan:

$$= \frac{100}{95} \times 173,6500 \text{ kg} = 182,7895 \text{ kg}$$

➤ Total input *titanium dioxide* ini terdiri dari:

- a. *Fresh feed*: 173,6500 kg
- b. *Recycle* dari *screen* (H-131):  $5\% \times 182,7895 \text{ kg} = 9,1395 \text{ kg}$

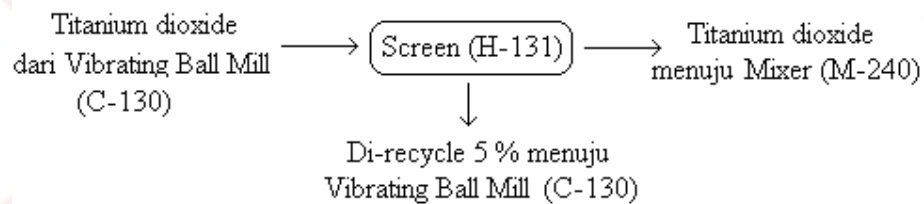
#### Bahan Keluar

➤ Total output *titanium dioxide* yang dihasilkan

$$= 173,6500 \text{ kg} + 9,1395 \text{ kg}$$

$$= 182,7895 \text{ kg}$$

#### **6. Screen (H-131)**



#### Bahan Masuk

*Titanium dioxide* dari *Vibrating Ball Mill* (C-130) = 182,7895 kg

#### Bahan Keluar

Total output *titanium dioxide* dari *screen* (H-131) terdiri dari:

a. *Titanium dioxide* menuju *mixer* (M-240)

$$= 95\% \times 182,7895 \text{ kg}$$

$$= 173,6500 \text{ kg}$$

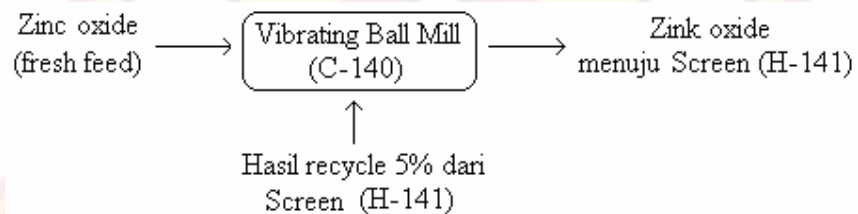


b. *Titanium dioxide* di-recycle menuju *Vibrating Ball Mill* (C-130)

$$= 5\% \times 182,7895 \text{ kg}$$

$$= 9,1395 \text{ kg}$$

## 7. *Vibrating Ball Mill* (C-140)



### Bahan Masuk

#### *Zinc oxide*

- *Zinc oxide* yang terkandung dalam bedak tabur = 5%
- *Zinc oxide* ideal yang dibutuhkan  $= 5\% \times 1.736,5 \text{ kg}$   
 $= 86,825 \text{ kg}$
- Kemurnian *zink oxide* = 100%
- Diasumsikan bubuk *zink oxide* (*recycled powder*) yang berasal dari *screen* (H-141) adalah 5% dari total input.
- Total input *zinc oxide* yang dibutuhkan:  
$$= \frac{100}{95} \times 86,825 \text{ kg} = 91,3947 \text{ kg}$$
- Total input *zinc oxide* ini terdiri dari:
  - a. *Fresh feed*: 86,825 kg
  - b. *Recycle* dari *screen* (H-141):  $5\% \times 91,3947 \text{ kg} = 4,5697 \text{ kg}$

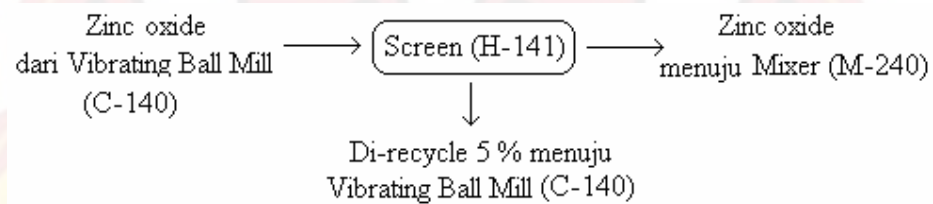
### Bahan Keluar

➤ Total output *zinc oxide* yang dihasilkan

$$= 86,825 \text{ kg} + 4,5697 \text{ kg}$$

$$= 91,3947 \text{ kg}$$

### **8. Screen (H-141)**



### Bahan Masuk

*Zink oxide* dari *Vibrating Ball Mill* (C-140) = 91,3947 kg

### Bahan Keluar

Total output *zink oxide* dari *screen* (H-141) terdiri dari:

a. *Zink oxide* menuju *mixer* (M-240)

$$= 95\% \times 91,3947 \text{ kg}$$

$$= 86,825 \text{ kg}$$

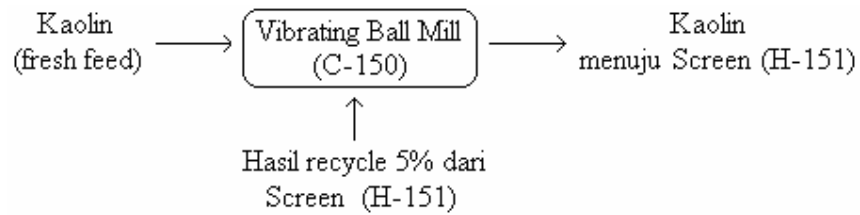
b. *Zink oxide* di-recycle menuju *Vibrating Ball Mill* (C-140)

$$= 5\% \times 91,3947 \text{ kg}$$

$$= 4,5697 \text{ kg}$$



### 9. Vibrating Ball Mill (C-150)



#### Bahan Masuk

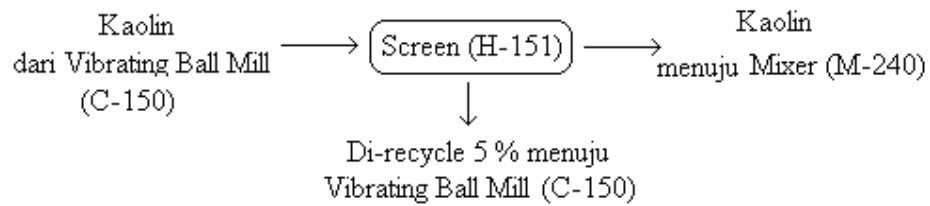
##### Kaolin

- Kaolin yang terkandung dalam bedak tabur = 3%
- Kaolin ideal yang dibutuhkan =  $3\% \times 1.736,5 \text{ kg}$   
= 52,0950 kg
- Kemurnian kaolin = 100%
- Diasumsikan bubuk kaolin (*recycled powder*) yang berasal dari *screen* (H-151) adalah 5% dari total input.
- Total input kaolin yang dibutuhkan:  
$$= \frac{100}{95} \times 52,0950 \text{ kg} = 54,8368 \text{ kg}$$
- Total input kaolin ini terdiri dari:
  - a. *Fresh feed*: 52,0950 kg
  - b. *Recycle* dari *screen* (H-151):  $5\% \times 54,8368 \text{ kg} = 2,7418 \text{ kg}$

#### Bahan Keluar

- Total output kaolin yang dihasilkan  
$$= 52,0950 \text{ kg} + 2,7418 \text{ kg}$$
$$= 54,8368 \text{ kg}$$

#### 10. Screen (H-151)



##### Bahan Masuk

Kaolin dari *Vibrating Ball Mill* (C-150) = 54,8368 kg

##### Bahan Keluar

Total output kaolin dari *screen* (H-151) terdiri dari:

a. Kaolin menuju *mixer* (M-240)

$$= 95\% \times 54,8368 \text{ kg}$$

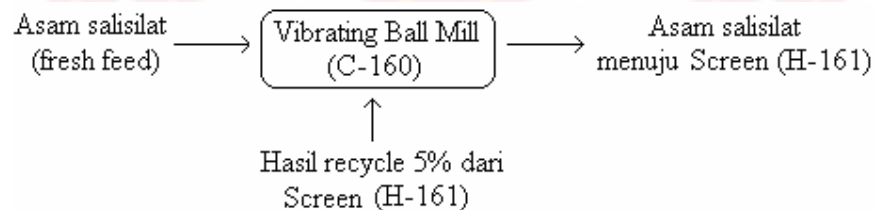
$$= 52,0950 \text{ kg}$$

b. Kaolin di-*recycle* menuju *Vibrating Ball Mill* (C-150)

$$= 5\% \times 54,8368 \text{ kg}$$

$$= 2,7418 \text{ kg}$$

#### 11. *Vibrating Ball Mill* (C-160)



##### Bahan Masuk

Asam salisilat

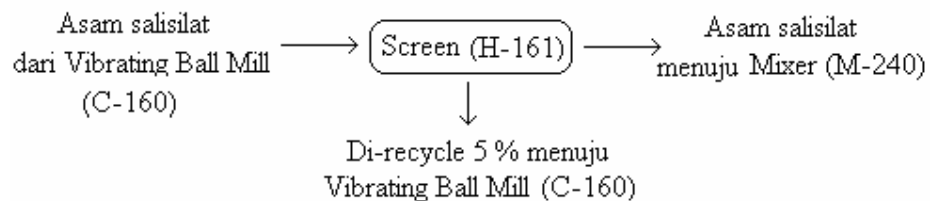
➤ Asam salisilat yang terkandung dalam bedak tabur = 1%

- Asam salisilat ideal yang dibutuhkan  $= 1\% \times 1.736,5 \text{ kg}$   
 $= 17,3650 \text{ kg}$
- Kemurnian asam salisilat  $= 100\%$
- Diasumsikan bubuk asam salisilat (*recycled powder*) yang berasal dari *screen* (H-161) adalah 5% dari total input.
- Total input asam salisilat yang dibutuhkan:  
 $= \frac{100}{95} \times 17,3650 \text{ kg} = 18,2789 \text{ kg}$
- Total input asam salisilat ini terdiri dari:
  - a. *Fresh feed*: 17,3650 kg
  - b. *Recycle* dari *screen* (H-161):  $5\% \times 18,2789 \text{ kg} = 0,9139 \text{ kg}$

#### Bahan Keluar

- Total output asam salisilat yang dihasilkan  
 $= 17,3650 \text{ kg} + 0,9139 \text{ kg}$   
 $= 18,2789 \text{ kg}$

#### **12. Screen (H-161)**



#### Bahan Masuk

Asam salisilat dari *Vibrating Ball Mill* (C-160)  $= 18,2789 \text{ kg}$

### Bahan Keluar

Total output asam salisilat dari *screen* (H-161) terdiri dari:

a. Asam salisilat menuju *mixer* (M-240)

$$= 95\% \times 18,2789 \text{ kg}$$

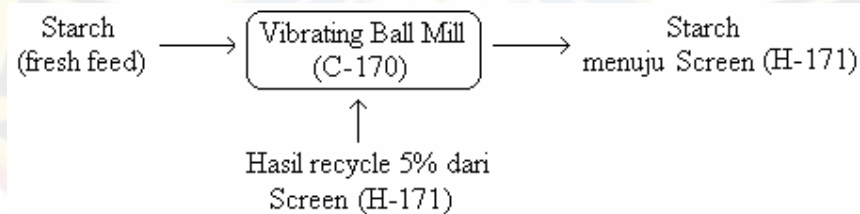
$$= 17,3650 \text{ kg}$$

b. Asam salisilat di-*recycle* menuju *Vibrating Ball Mill* (C-160)

$$= 5\% \times 18,2789 \text{ kg}$$

$$= 0,9139 \text{ kg}$$

### **13. *Vibrating Ball Mill* (C-170)**



### Bahan Masuk

*Starch*

- *Starch* yang terkandung dalam bedak tabur = 10%
- *Starch* ideal yang dibutuhkan =  $10\% \times 1.736,5 \text{ kg}$   
= 173,6500 kg
- Kemurnian *starch* = 100%
- Diasumsikan bubuk *starch* (*recycled powder*) yang berasal dari *screen* (H-171) adalah 5% dari total input.
- Total input *starch* yang dibutuhkan:

$$= \frac{100}{95} \times 173,6500 \text{ kg} = 182,7895 \text{ kg}$$

➤ Total input *starch* ini terdiri dari:

- a. *Fresh feed*: 173,6500 kg
- b. *Recycle* dari *screen* (H-171):  $5\% \times 182,7895 \text{ kg} = 9,1395 \text{ kg}$

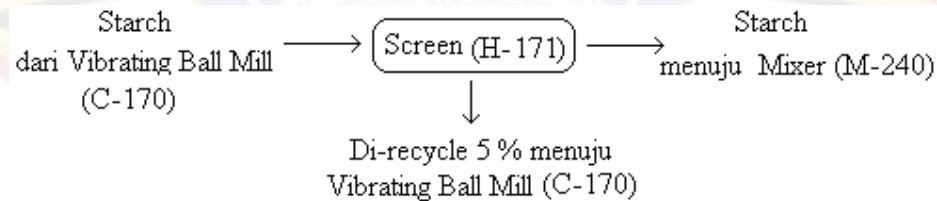
#### Bahan Keluar

➤ Total output *starch* yang dihasilkan

$$= 173,6500 \text{ kg} + 9,1395 \text{ kg}$$

$$= 182,7895 \text{ kg}$$

#### **14. Screen (H-171)**



#### Bahan Masuk

$$\text{Starch dari Vibrating Ball Mill (C-170)} = 182,7895 \text{ kg}$$

#### Bahan Keluar

Total output *starch* dari *screen* (H-172) terdiri dari:

- a. *Starch* menuju *mixer* (M-240)

$$= 95\% \times 182,7895 \text{ kg}$$

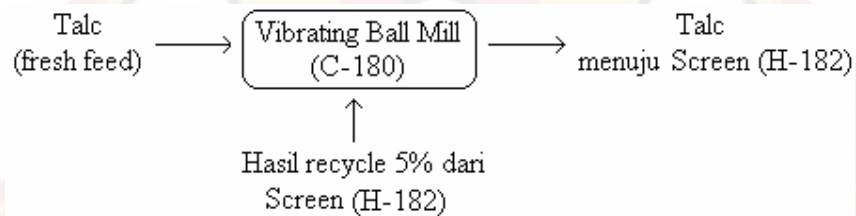
$$= 173,6500 \text{ kg}$$

b. *Starch* di-recycle menuju *Vibrating Ball Mill* (C-170)

$$= 5\% \times 182,7895 \text{ kg}$$

$$= 9,1395 \text{ kg}$$

### 15. *Vibrating Ball Mill* (C-180)



#### Bahan Masuk

*Talc*

- *Talc* yang terkandung dalam bedak tabur = 64%
- *Talc* ideal yang dibutuhkan  $= 64\% \times 1.736,5 \text{ kg}$   
 $= 1.111,3600 \text{ kg}$
- Kemurnian *talc* = 100%
- Diasumsikan bubuk *talc* (*recycled powder*) yang berasal dari *screen* (H-182) adalah 5% dari total input.
- Total input *talc* yang dibutuhkan:  
$$= \frac{100}{95} \times 1.111,3600 \text{ kg} = 1.169,8526 \text{ kg}$$
- Total input *talc* ini terdiri dari:
  - a. *Fresh feed*: 1.111,3600 kg
  - b. *Recycle* dari *screen* (H-182):  $5\% \times 1.169,8526 \text{ kg} = 58,4926 \text{ kg}$



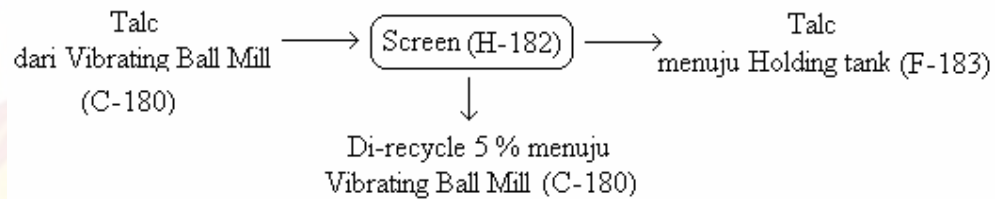
### Bahan Keluar

➤ Total output *talc* yang dihasilkan

$$= 1.111,3600 \text{ kg} + 58,4926 \text{ kg}$$

$$= 1.169,8526 \text{ kg}$$

### **16. Screen (H-181)**



### Bahan Masuk

*Talc* dari *Vibrating Ball Mill* (C-180) = 1.169,8526 kg

### Bahan Keluar

Total output *talc* dari *screen* (H-182) terdiri dari:

a. *Talc* menuju *Holding tank* (F-183)

$$= 95\% \times 1.169,8526 \text{ kg}$$

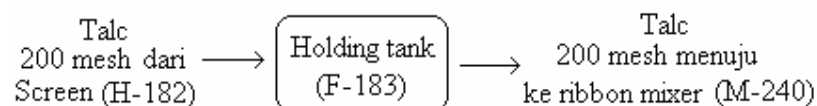
$$= 1.111,3600 \text{ kg}$$

b. *Talc* di-*recycle* menuju *Vibrating Ball Mill* (C-180)

$$= 5\% \times 1.169,8526 \text{ kg}$$

$$= 58,4926 \text{ kg}$$

### **17. Holding Tank *talc* (F-182)**



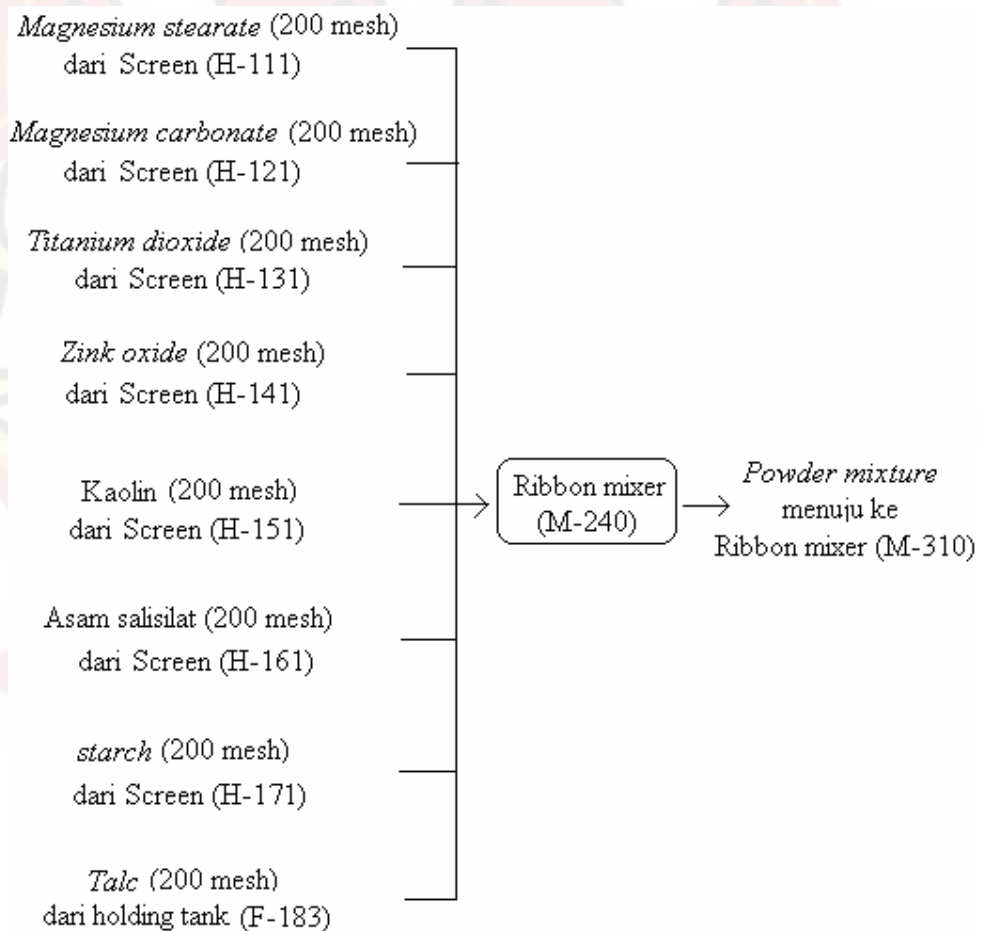
### Bahan Masuk

Bubuk *talc* 200 mesh = 1.111,3600 kg

### Bahan Keluar

Bubuk *talc* 200 mesh = 1.111,3600 kg

## **18. Ribbon Mixer (M-240)**



### Bahan Masuk

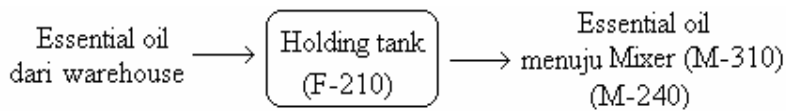
- Total input bubuk 200 mesh = 1.649,6750 kg
- Total input bubuk 200 mesh ini terdiri dari:

- a. *Magnesium stearate* = 26,0475 kg
- b. *Magnesium carbonate* = 8,6825 kg
- c. *Titanium dioxide* = 173,6500 kg
- d. *Zink oxide* = 86,8250 kg
- e. Kaolin = 52,0950 kg
- f. Asam salisilat = 17,3650 kg
- g. *Starch* = 173,6500 kg
- h. *Talc* = 1.111,3600 kg

Bahan Keluar

- Total output bubuk 200 mesh = 1.649,6750 kg
- Total output bubuk 200 mesh ini terdiri dari:
  - a. *Magnesium stearate* = 26,0475 kg
  - b. *Magnesium carbonate* = 8,6825 kg
  - c. *Titanium dioxide* = 173,6500 kg
  - d. *Zink oxide* = 86,8250 kg
  - e. Kaolin = 52,0950 kg
  - f. Asam salisilat = 17,3650 kg
  - g. *Starch* = 173,6500 kg
  - h. *Talc* = 1.111,3600 kg

### 19. Holding Tank Essential oil (F-210)



Komposisi *essential oil* yang dibutuhkan adalah 1%, tetapi pada proses, ditambahkan 1,5% karena pada saat *mixing* II diasumsikan terdapat 0,5% *essential oil* yang menguap.

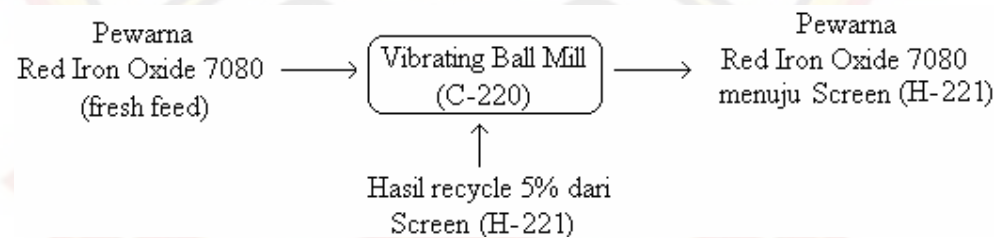
#### Bahan Masuk

$$\begin{aligned}\text{Essential oil} &= 1,5\% \times 1.736,5 \text{ kg} \\ &= 26,0475 \text{ kg}\end{aligned}$$

#### Bahan Keluar

$$\text{Essential oil} = 26,0475 \text{ kg}$$

### 20. Vibrating Ball Mill (C-220)



#### Bahan Masuk

Pewarna *Red Iron Oxide 7080*

- Pewarna *Red Iron Oxide 7080* yang terkandung dalam bedak tabur = 1,65%
- Pewarna *Red Iron Oxide 7080* ideal yang dibutuhkan
$$= 1,65\% \times 1.736,5 \text{ kg}$$

$$= 28,6523 \text{ kg}$$

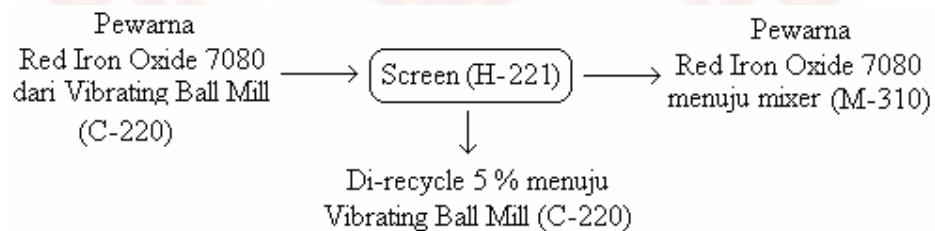
- Kemurnian pewarna *Red Iron Oxide 7080* = 100%
- Diasumsikan bubuk pewarna *Red Iron Oxide 7080 (recycled powder)* yang berasal dari *screen* (H-221) adalah 5% dari total input.
- Total input pewarna *Red Iron Oxide 7080* yang dibutuhkan:
 
$$= \frac{100}{95} \times 28,6523 \text{ kg} = 30,1603 \text{ kg}$$
- Total input pewarna *Red Iron Oxide 7080* ini terdiri dari:
  - a. *Fresh feed*: 28,6523 kg
  - b. *Recycle* dari *screen* (H-221):  $5\% \times 30,1603 \text{ kg} = 1,5080 \text{ kg}$

#### Bahan Keluar

- Total output pewarna *Red Iron Oxide 7080* yang dihasilkan
 
$$= 28,6523 \text{ kg} + 1,5080 \text{ kg}$$

$$= 30,1603 \text{ kg}$$

#### **21. Screen (H-221)**



#### Bahan Masuk

Pewarna *Red Iron Oxide 7080* dari *Vibrating Ball Mill* (C-220) = 30,1603 kg

### Bahan Keluar

Total output pewarna *Red Iron Oxide 7080* dari *screen* (H-221) terdiri dari:

- a. Pewarna *Red Iron Oxide 7080* menuju *mixer* (M-310)

$$= 95\% \times 30,1603 \text{ kg}$$

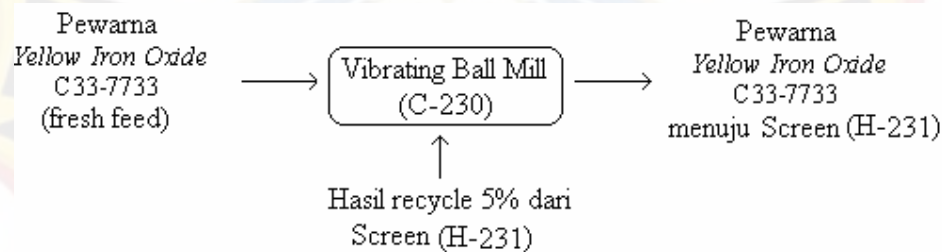
$$= 28,6523 \text{ kg}$$

- b. Pewarna *Red Iron Oxide 7080* di-recycle menuju *Vibrating Ball Mill* (C-

$$220) = 5\% \times 30,1603 \text{ kg}$$

$$= 1,5080 \text{ kg}$$

### **22. Vibrating Ball Mill (C-230)**



### Bahan Masuk

Pewarna *Yellow Iron Oxide C33-7733*

- Pewarna *Yellow Iron Oxide C33-7733* yang terkandung dalam bedak tabur

$$= 1,65\%$$

- Pewarna *Yellow Iron Oxide C33-7733* ideal yang dibutuhkan

$$= 1,65\% \times 1.736,5 \text{ kg}$$

$$= 28,6523 \text{ kg}$$

- Kemurnian pewarna *Yellow Iron Oxide C33-7733* = 100%



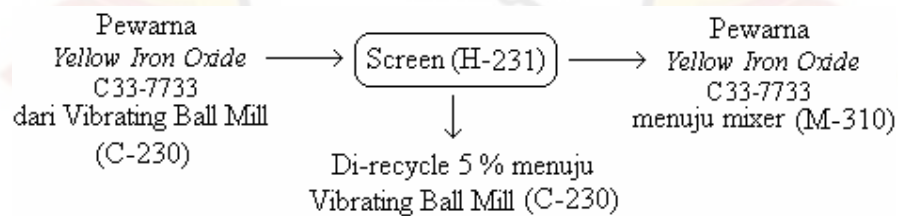
- Diasumsikan bubuk pewarna *Yellow Iron Oxide C33-7733 (recycled powder)* yang berasal dari *screen* (H-231) adalah 5% dari total input.
- Total input pewarna *Yellow Iron Oxide C33-7733* yang dibutuhkan:
 
$$= \frac{100}{95} \times 28,6523 \text{ kg} = 30,1603 \text{ kg}$$
- Total input pewarna *Yellow Iron Oxide C33-7733* ini terdiri dari:
  - a. *Fresh feed*: 28,6523 kg
  - b. *Recycle* dari *screen* (H-231):  $5\% \times 30,1603 \text{ kg} = 1,5080 \text{ kg}$

#### Bahan Keluar

- Total output pewarna *Yellow Iron Oxide C33-7733* yang dihasilkan
 
$$= 28,6523 \text{ kg} + 1,5080 \text{ kg}$$

$$= 30,1603 \text{ kg}$$

### **23. Screen (H-231)**



#### Bahan Masuk

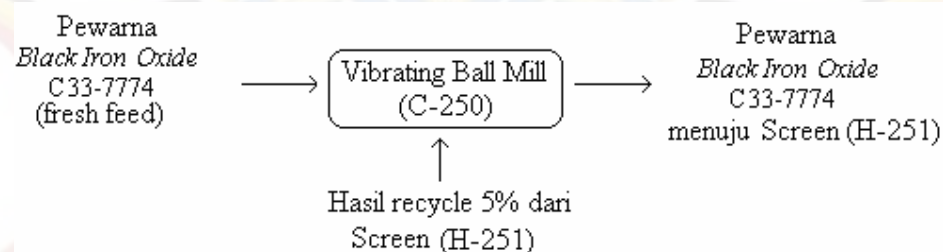
Pewarna *Yellow Iron Oxide C33-7733* dari *Vibrating Ball Mill* (C-230) = 30,1603 kg

### Bahan Keluar

Total output pewarna *Yellow Iron Oxide C33-7733* dari *screen* (H-231) terdiri dari:

- a. Pewarna *Yellow Iron Oxide C33-7733* menuju *mixer* (M-310)  
$$= 95\% \times 30,1603 \text{ kg}$$
$$= 28,6523 \text{ kg}$$
- b. Pewarna *Yellow Iron Oxide C33-7733* di-recycle menuju *Vibrating Ball Mill* (C-230)  
$$= 5\% \times 30,1603 \text{ kg}$$
$$= 1,5080 \text{ kg}$$

### **24. *Vibrating Ball Mill* (C-250)**



### Bahan Masuk

Pewarna *Black Iron Oxide C33-7774*

- Pewarna *Black Iron Oxide C33-7774* yang terkandung dalam bedak tabur  
$$= 0,13\%$$
- Pewarna *Black Iron Oxide C33-7774* ideal yang dibutuhkan  
$$= 0,13\% \times 1.736,5 \text{ kg}$$
$$= 2,2575 \text{ kg}$$

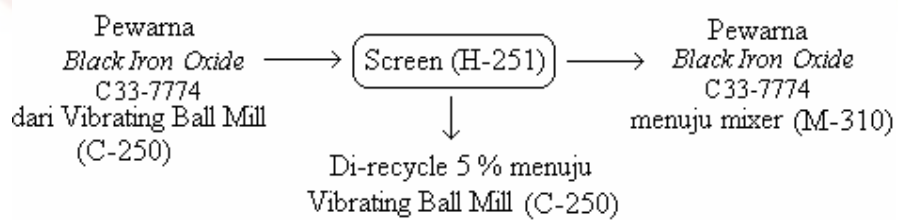
- Kemurnian pewarna *Black Iron Oxide C33-7774* = 100%
- Diasumsikan bubuk pewarna *Black Iron Oxide C33-7774 (recycled powder)* yang berasal dari *screen* (H-251) adalah 5% dari total input.
- Total input pewarna *Black Iron Oxide C33-7774* yang dibutuhkan:
 
$$= \frac{100}{95} \times 2,2575 \text{ kg} = 2,3763 \text{ kg}$$
- Total input pewarna *Black Iron Oxide C33-7774* ini terdiri dari:
  - a. *Fresh feed*: 2,2575 kg
  - b. *Recycle* dari *screen* (H-251):  $5\% \times 2,3763 \text{ kg} = 0,1188 \text{ kg}$

#### Bahan Keluar

- Total output pewarna *Black Iron Oxide C33-7774* yang dihasilkan
 
$$= 2,2575 \text{ kg} + 0,1188 \text{ kg}$$

$$= 2,3763 \text{ kg}$$

#### **25. Screen (H-251)**



#### Bahan Masuk

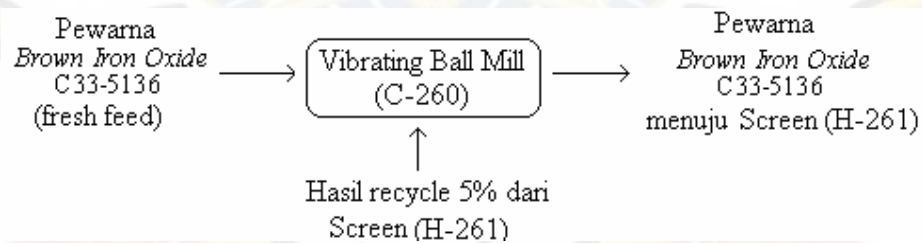
Pewarna *Black Iron Oxide C33-7774* dari *Vibrating Ball Mill* (C-250) =  
2,3763 kg

### Bahan Keluar

Total output pewarna *Black Iron Oxide C33-7774* dari *screen* (H-251) terdiri dari:

- a. Pewarna *Black Iron Oxide C33-7774* menuju *mixer* (M-310)  
 $= 95\% \times 2,3763 \text{ kg}$   
 $= 2,2575 \text{ kg}$
- b. Pewarna *Black Iron Oxide C33-7774* di-recycle menuju *Vibrating Ball Mill* (C-250)  
 $= 5\% \times 2,3763 \text{ kg}$   
 $= 0,1188 \text{ kg}$

### **26. Vibrating Ball Mill (C-260)**



### Bahan Masuk

Pewarna *Brown Iron Oxide C33-5136*

- Pewarna *Brown Iron Oxide C33-5136* yang terkandung dalam bedak tabur  
 $= 0,27\%$
- Pewarna *Brown Iron Oxide C33-5136* ideal yang dibutuhkan  
 $= 0,27\% \times 1.736,5 \text{ kg}$   
 $= 4,6886 \text{ kg}$

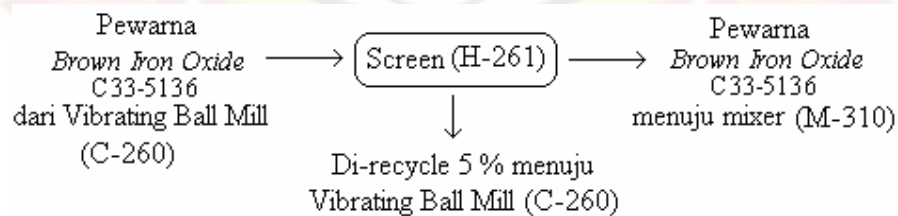
- Kemurnian pewarna *Brown Iron Oxide C33-5136* = 100%
- Diasumsikan bubuk pewarna *Brown Iron Oxide C33-5136 (recycled powder)* yang berasal dari *screen* (H-261) adalah 5% dari total input.
- Total input pewarna *Brown Iron Oxide C33-5136* yang dibutuhkan:
 
$$= \frac{100}{95} \times 4,6886 \text{ kg} = 4,9354 \text{ kg}$$
- Total input pewarna *Brown Iron Oxide C33-5136* ini terdiri dari:
  - a. *Fresh feed*: 4,6886 kg
  - b. *Recycle* dari *screen* (H-261):  $5\% \times 4,9354 \text{ kg} = 0,2468 \text{ kg}$

#### Bahan Keluar

- Total output pewarna *Brown Iron Oxide C33-5136* yang dihasilkan
 
$$= 4,6886 \text{ kg} + 0,2468 \text{ kg}$$

$$= 4,9354 \text{ kg}$$

#### **27. Screen (H-261)**



#### Bahan Masuk

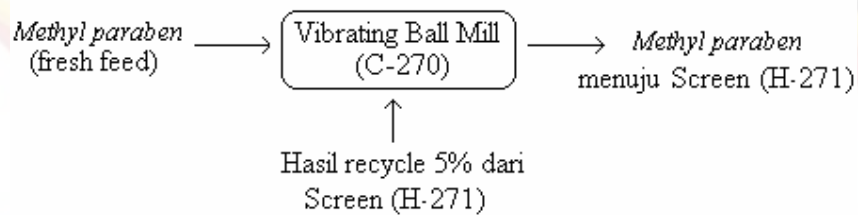
Pewarna *Brown Iron Oxide C33-5136* dari *Vibrating Ball Mill* (C-260) = 4,9354 kg

### Bahan Keluar

Total output pewarna *Brown Iron Oxide C33-5136* dari *screen* (H-261) terdiri dari:

- a. Pewarna *Brown Iron Oxide C33-5136* menuju *mixer* (M-310)  
$$= 95\% \times 4,9354 \text{ kg}$$
$$= 4,6886 \text{ kg}$$
- b. Pewarna *Brown Iron Oxide C33-5136* di-recycle menuju *Vibrating Ball Mill* (C-260)  
$$= 5\% \times 4,9354 \text{ kg}$$
$$= 0,2468 \text{ kg}$$

### **28. Vibrating Ball Mill (C-270)**



### Bahan Masuk

Pengawet *Methyl Paraben*

- Pengawet *Methyl Paraben* yang terkandung dalam bedak tabur = 0,2%
- Pengawet *Methyl Paraben* ideal yang dibutuhkan  
$$= 0,2\% \times 1.736,5 \text{ kg}$$
$$= 3,4730 \text{ kg}$$
- Kemurnian pengawet *Methyl Paraben* = 100%



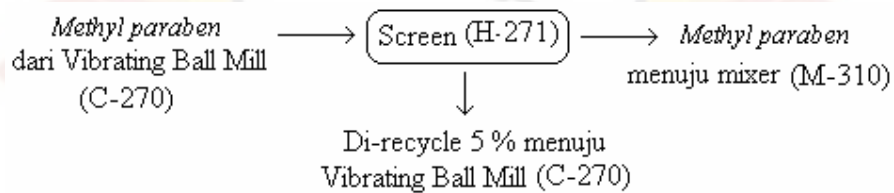
- Diasumsikan bubuk pengawet *Methyl Paraben* (*recycled powder*) yang berasal dari *screen* (H-271) adalah 5% dari total input.
- Total input pengawet *Methyl Paraben* yang dibutuhkan:
 
$$= \frac{100}{95} \times 3,4730 \text{ kg} = 3,6558 \text{ kg}$$
- Total input Pengawet *Methyl Paraben* ini terdiri dari:
  - c. *Fresh feed*: 3,4730 kg
  - d. *Recycle* dari *screen* (H-271):  $5\% \times 3,6558 \text{ kg} = 0,1828 \text{ kg}$

#### Bahan Keluar

- Total output pengawet *Methyl Paraben* yang dihasilkan
 
$$= 3,4730 \text{ kg} + 0,1828 \text{ kg}$$

$$= 3,6558 \text{ kg}$$

#### **29. Screen (H-271)**



#### Bahan Masuk

*Methyl Paraben* dari *Vibrating Ball Mill* (C-270) = 3,6558 kg

#### Bahan Keluar

Total output *Methyl Paraben* dari *screen* (H-271) terdiri dari:

- a. *Methyl Paraben* menuju *Holding tank* (F-272)

$$= 95\% \times 3,6558 \text{ kg}$$

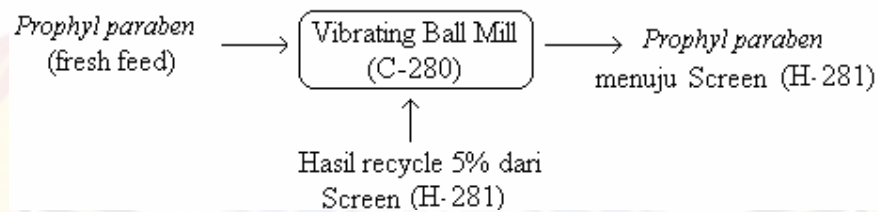
$$= 3,4730 \text{ kg}$$

b. *Methyl Paraben* di-recycle menuju mixer (M-310)

$$= 5\% \times 3,6558 \text{ kg}$$

$$= 0,1828 \text{ kg}$$

### 30. *Vibrating Ball Mill* (C-280)



#### Bahan Masuk

##### Pengawet *Prophyl Paraben*

➤ Pengawet *Prophyl Paraben* yang terkandung dalam bedak tabur = 0,1%

➤ Pengawet *Prophyl Paraben* ideal yang dibutuhkan

$$= 0,1\% \times 1.736,5 \text{ kg}$$

$$= 1,7365 \text{ kg}$$

➤ Kemurnian pengawet *Prophyl Paraben* = 100%

➤ Diasumsikan bubuk pengawet *Prophyl Paraben* (*recycled powder*) yang berasal dari *screen* (H-281) adalah 5% dari total input.

➤ Total input pengawet *Prophyl Paraben* yang dibutuhkan:

$$= \frac{100}{95} \times 1,7365 \text{ kg} = 1,8279 \text{ kg}$$

➤ Total input Pengawet *Prophyl Paraben* ini terdiri dari:

e. *Fresh feed*: 1,7365 kg

f. *Recycle* dari *screen* (H-281):  $5\% \times 1,8279 \text{ kg} = 0,0914 \text{ kg}$

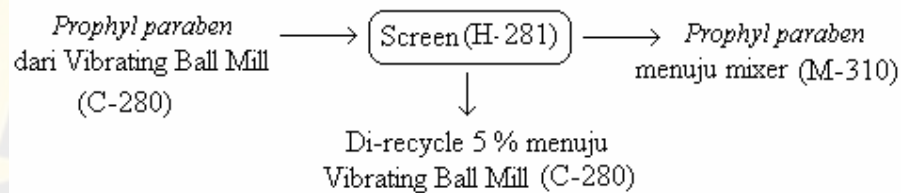
#### Bahan Keluar

➤ Total output pengawet *Prophyl Paraben* yang dihasilkan

$$= 1,7365 \text{ kg} + 0,0914 \text{ kg}$$

$$= 1,8279 \text{ kg}$$

#### **31. Screen (H-281)**



#### Bahan Masuk

*Prophyl Paraben* dari *Vibrating Ball Mill* (C-280) = 1,8279 kg

#### Bahan Keluar

Total output *Prophyl Paraben* dari *screen* (H-281) terdiri dari:

a. *Prophyl Paraben* menuju *mixer* (M-310)

$$= 95\% \times 1,8279 \text{ kg}$$

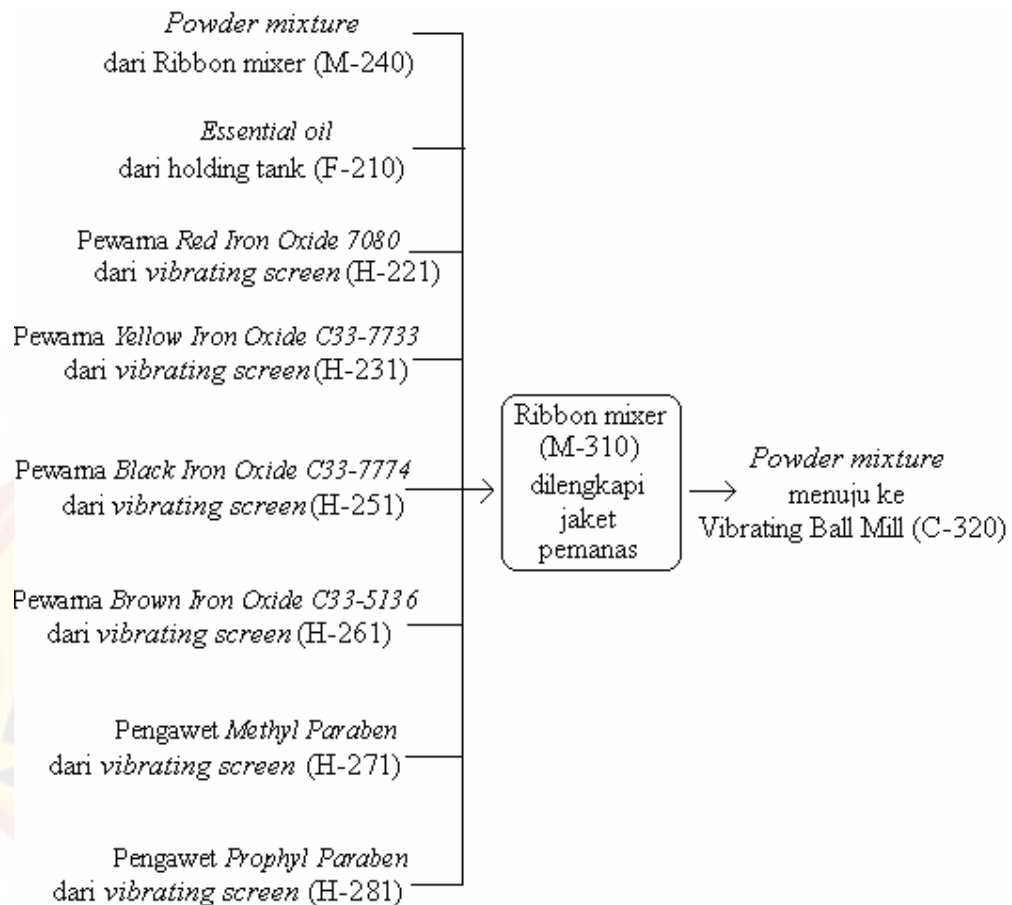
$$= 1,7365 \text{ kg}$$

b. *Prophyl Paraben* di-recycle menuju *Vibrating Ball Mill* (C-280)

$$= 5\% \times 1,8279 \text{ kg}$$

$$= 0,0914 \text{ kg}$$

### 32. Ribbon mixer (M-310)



#### Bahan Masuk

- Total input bubuk 200 mesh = 1.745,1827 kg
- Total input bubuk 200 mesh ini terdiri dari:
  - a. Powder mixture dari mixer M-240 = 1.649,6750 kg
  - b. Essential oil = 26,0475 kg
  - c. Pewarna Red Iron Oxide 7080 = 28,6523 kg
  - d. Pewarna Yellow Iron Oxide C33-7733 = 28,6523 kg
  - e. Pewarna Black Iron Oxide C33-7774 = 2,2575 kg
  - f. Pewarna Brown Iron Oxide C33-5136 = 4,6886 kg

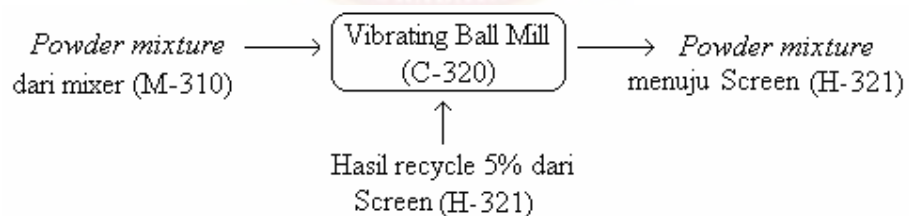
g. Pengawet *Methyl Paraben* = 3,4730 kg

h. Pengawet *Propyl Paraben* = 1,7365 kg

#### Bahan Keluar

- Total output bubuk 200 mesh = 1.745,1827 kg
- Total output bubuk 200 mesh ini terdiri dari:
  - Keluar sebagai produk jadi *Loose powder anti acne* = 1.736,5 kg yaitu:
    - a. *Powder mixture* dari mixer M-240 = 1.649,6750 kg
    - b. *Essential oil* = 1% x 26,0475 kg = 17,3650 kg
    - c. Pewarna *Red Iron Oxide 7080* = 28,6523 kg
    - d. Pewarna *Yellow Iron Oxide C33-7733* = 28,6523 kg
    - e. Pewarna *Black Iron Oxide C33-7774* = 2,2575 kg
    - f. Pewarna *Brown Iron Oxide C33-5136* = 4,6886 kg
    - g. Pengawet *Methyl Paraben* = 3,4730 kg
    - h. Pengawet *Propyl Paraben* = 1,7365 kg
  - Keluar menuju udara:  
*Essential oil* = 0,5% x 26,0475 kg = 8,6825 kg

### **33. Vibrating Ball Mill (C-320)**



### Bahan Masuk

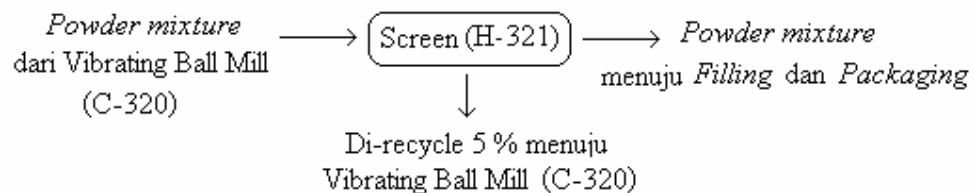
*Powder mixture (Loose powder anti acne)*

- Total *powder mixture* untuk membuat 86.825 kemasan = 1.736,5 kg
- Diasumsikan *powder mixture (recycled powder)* yang berasal dari *screen* H-321 adalah 5% dari total input.
- Total input *powder mixture* yang dibutuhkan:  
$$= \frac{100}{95} \times 1.736,5 \text{ kg} = 1.827,8947 \text{ kg}$$
- Total input *powder mixture* ini terdiri dari:
  - c. *Fresh feed*: 1.736,5 kg
  - d. *Recycle* dari *screen* (H-321):  $5\% \times 1.827,8947 \text{ kg} = 91,3947 \text{ kg}$

### Bahan Keluar

- Total output *powder mixture* yang dihasilkan  
$$= 1.736,5 \text{ kg} + 91,3947 \text{ kg}$$
$$= 1.827,8947 \text{ kg}$$

### **34. Screen (H-321)**



### Bahan Masuk

*Powder mixture* dari *Vibrating Ball Mill* (C-321) = 1.827,8947 kg



### Bahan Keluar

Total output *Powder mixture* dari *screen* (H-321) terdiri dari:

a. *Powder mixture* menuju *Filling* dan *packaging*

$$= 95\% \times 1.827,8947 \text{ kg}$$

$$= 1.736,5 \text{ kg}$$

*Powder mixture* tersebut terdiri dari:

- *Magnesium stearate* =  $1,5\% \times 1.736,5 \text{ kg} = 26,0475 \text{ kg}$
- *Magnesium carbonate* =  $0,5\% \times 1.736,5 \text{ kg} = 8,6825 \text{ kg}$
- *Titanium dioxide* =  $10\% \times 1.736,5 \text{ kg} = 173,6500 \text{ kg}$
- *Zink oxide* =  $5\% \times 1.736,5 \text{ kg} = 86,8250 \text{ kg}$
- *Kaolin* =  $3\% \times 1.736,5 \text{ kg} = 52,0950 \text{ kg}$
- *Asam salisilat* =  $1\% \times 1.736,5 \text{ kg} = 17,3650 \text{ kg}$
- *Starch* =  $10\% \times 1.736,5 \text{ kg} = 173,6500 \text{ kg}$
- *Talc* =  $64\% \times 1.736,5 \text{ kg} = 1.111,3600 \text{ kg}$
- *Essential oil* =  $1\% \times 1.736,5 \text{ kg} = 17,3650 \text{ kg}$
- Pewarna *Red Iron Oxide 7080* =  $1,65\% \times 1.736,5 \text{ kg} = 28,6523 \text{ kg}$
- Pewarna *Yellow Iron Oxide C33-7733* =  $1,65\% \times 1.736,5 \text{ kg} = 28,6523 \text{ kg}$
- Pewarna *Black Iron Oxide C33-7774* =  $0,13\% \times 1.736,5 \text{ kg} = 2,2575 \text{ kg}$
- Pewarna *Brown Iron Oxide C33-5136* =  $0,27\% \times 1.736,5 \text{ kg} = 4,6886 \text{ kg}$
- Pengawet *Methyl Paraben* =  $0,2\% \times 1.736,5 \text{ kg} = 3,4730 \text{ kg}$

- Pengawet *Prophyl Paraben* =  $0,1\% \times 1.736,5 \text{ kg} = 1,7365 \text{ kg}$

b. *Powder mixture* di-recycle menuju *Vibrating Ball Mill* (C-320)

$$= 5\% \times 1.827,8947 \text{ kg}$$

$$= 91,3947 \text{ kg}$$



## APPENDIX B

### PERHITUNGAN NERACA PANAS

Kapasitas produksi : 20.837.976 kemasan/th  
: 86.825 kemasan/hari  
: 86.825 kemasan/hari x 20 g/kemasan  
: 1.736.500 g/hari  
: 1.736,5 kg/hari  
Waktu operasi : 240 hari/tahun, 8 jam/hari  
Satuan panas : kilo Joule (kJ)  
Suhu basis,  $T_{ref}$  :  $25^{\circ}\text{C} = 298\text{ K}$   
Basis waktu : 1 hari (1 hari = 1 batch)

Data :

i. *Magnesium stearate* ( $\text{Mg}(\text{C}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2)_2$ )

BM = 591,2 g/mol

Mencari Cp dengan menggunakan *Kopp's Rule*

Data Cp → Mg = 5,86 kal/mol.K      C = 1,8 kal/mol.K

H = 2,3 kal/mol.K      O = 4 kal/mol.K

$$\begin{aligned} \text{Cp} &= [(1 \times 5,86) + (36 \times 1,8) + (70 \times 2,3) + (4 \times 4)] \text{ kal/mol.K} \\ &= 247,66 \text{ kal/mol.K} \end{aligned}$$

j. *Magnesium carbonate* ( $\text{MgCO}_3$ )

BM [15] = 84,3 g/mol

$$C_p [15] = 16,9 \text{ kal/mol.K}$$

k. *Titanium dioxide* ( $\text{TiO}_2$ )

$$\text{BM} [16] = 79,9 \text{ g/mol}$$

$$C_p [16] = 711,7 \text{ J/kg.K}$$

l. *Zink oxide* ( $\text{ZnO}$ )

$$\text{BM} [17] = 81,38 \text{ g/mol}$$

$$\text{Rumus } C_p \text{ (pada suhu } 273 \text{ K} - 1573 \text{ K)} = 11,4 + 0,00145T - \frac{182400}{T^2}$$

m. *Kaolin* ( $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ )

$$\text{BM} [18] = 258,13 \text{ g/mol}$$

Mencari  $C_p$  dengan menggunakan *Kopp's Rule*

$$\text{Data } C_p \text{ pada suhu } 30^\circ\text{C} \rightarrow \text{Al} = 5,78 \text{ kal/mol.K} \quad \text{Si} = 4,83 \text{ kal/mol.K}$$

$$\text{H} = 2,3 \text{ kal/mol.K} \quad \text{O} = 4 \text{ kal/mol.K}$$

$$C_p = [(2 \times 5,78) + (2 \times 4,83) + (9 \times 2,3) + (4 \times 4)] \text{ kal/mol.K}$$

$$= 57,92 \text{ kal/mol.K}$$

n. *Asam salisilat* ( $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$ )

$$\text{BM} [19] = 138,12 \text{ g/mol}$$

Mencari  $C_p$  dengan menggunakan *Kopp's Rule*

$$\text{Data } C_p \rightarrow \text{C} = 1,8 \text{ kal/mol.K}$$

$$\text{H} = 2,3 \text{ kal/mol.K}$$

$$\text{O} = 4 \text{ kal/mol.K}$$

$$C_p = (7 \times 1,8) + (6 \times 2,3) + (3 \times 4) \text{ kal/mol.K}$$

$$= 38,4 \text{ kal/mol.K}$$

o. *Corn Starch*

Komposisi *corn starch*

Komposisi	Persentase
Protein	7,8000
Lemak	2,6000
Karbohidrat	76,800
Kalsium	0,0060
Fosfor	0,1640
Air	0,0012
Besi	0,0018
Komponen lain	0,6282

Perhitungan harga Cp (kapasitas panas):

$$\text{➤ Protein (kJ/kg.}^{\circ}\text{C)} = \int_{T_{\text{ref}}}^T \text{Cp.dT} = \int_{T_{\text{ref}}}^T 2,0082 + 1,2089 \times 10^{-3} T - 1,3129 \times 10^{-6} T^2 \text{ [20]}$$

$$\text{➤ Lemak (kJ/kg.}^{\circ}\text{C)} = \int_{T_{\text{ref}}}^T \text{Cp.dT} = \int_{T_{\text{ref}}}^T 1,9842 + 1,4733 \times 10^{-3} T - 4,8008 \times 10^{-6} T^2 \text{ [20]}$$

$$\text{➤ Karbohidrat (kJ/kg.}^{\circ}\text{C)} = \int_{T_{\text{ref}}}^T \text{Cp.dT} = \int_{T_{\text{ref}}}^T 1,5488 + 1,9625 \times 10^{-3} T - 5,9399 \times 10^{-6} T^2$$

$$\text{➤ Air [10] (kJ/kg.}^{\circ}\text{C)} = \int_{T_{\text{ref}}}^T \text{Cp.dT} = \int_{T_{\text{ref}}}^T 4,1762 + 9,0864 \times 10^{-5} T - 5,4731 \times 10^{-6} T^2$$

$$\text{➤ Kalsium [21]} = \int \text{Cp.dT} = 25,929 \text{ J/mol.K} \times (T - T_{\text{ref}}) \text{K}$$

$$\text{➤ Fosfor [22]} = \int \text{Cp.dT} = 23,824 \text{ J/mol.K} \times (T - T_{\text{ref}}) \text{K}$$

$$\text{➤ Besi [23]} = \int \text{Cp.dT} = 25,10 \text{ J/mol.K} \times (T - T_{\text{ref}}) \text{K}$$

p. *Talc* ( $\text{Mg}_6(\text{Si}_2\text{O}_5)_4(\text{OH})_4$ )

BM [24] = 758,48 g/mol

Cp [24] = 678,9110 J/mol.K

q. *Essential oil* (lavender)

$C_p$  *Essential oil* (lavender) diasumsi sama dengan  $C_p$  air karena hampir sebagian besar komponennya berupa air.

$C_p$  air pada suhu  $30^\circ\text{C}$  [10] =  $0,9987 \text{ kal/g.}^\circ\text{C}$

r. Pewarna *Red Iron Oxide 7080*

$C_p \approx 591,5948 \text{ kJ/kg.K}$

s. Pewarna *Yellow Iron Oxide C33-7733*

$C_p \approx 591,5948 \text{ kJ/kg.K}$

t. Pewarna *Black Iron Oxide C33-7774*

$C_p \approx 591,5948 \text{ kJ/kg.K}$

u. Pewarna *Brown Iron Oxide C33-5136*

$C_p \approx 591,5948 \text{ kJ/kg.K}$

v. Pengawet *Methyl Paraben* ( $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3$ )

BM [25] =  $152 \text{ g/mol}$

Mencari  $C_p$  dengan menggunakan *Kopp's Rule*

Data  $C_p \rightarrow C = 1,8 \text{ kal/mol.K}$

$H = 2,3 \text{ kal/mol.K}$

$O = 4 \text{ kal/mol.K}$

$C_p = (8 \times 1,8) + (8 \times 2,3) + (3 \times 4) \text{ kal/mol.K}$

$= 44,8 \text{ kal/mol.K}$

w. Pengawet *Prophyl Paraben* ( $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_3$ )

BM [26] =  $180 \text{ g/mol}$



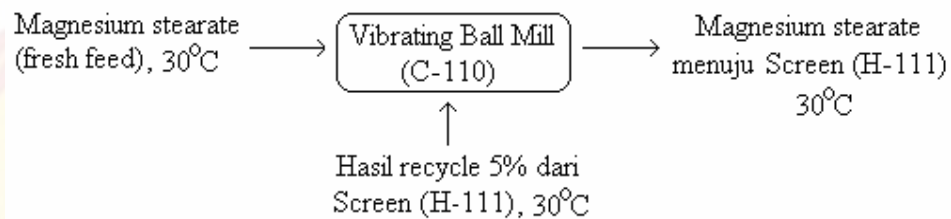
Data  $C_p \rightarrow C = 1,8 \text{ kal/mol.K}$

$H = 2,3 \text{ kal/mol.K}$

$O = 4 \text{ kal/mol.K}$

$$\begin{aligned} C_p &= (10 \times 1,8) + (12 \times 2,3) + (3 \times 4) \text{ kal/mol.K} \\ &= 57,6 \text{ kal/mol.K} \end{aligned}$$

### 1. Grinding dengan *Vibrating Ball Mill* (C-110)



Bahan *Magnesium stearate* masuk dan keluar pada suhu  $30^\circ\text{C}$ . Bahan keluar tidak mengalami kenaikan suhu karena dianggap panas yang timbul akibat gesekan diabaikan atau terlalu kecil.

#### Masuk

##### a. *Magnesium stearate fresh feed*

$$\begin{aligned} Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\ &= \frac{26,0475 \text{ kg}}{0,5912 \text{ kg/mol}} \times 247,66 \text{ kal/mol.K} \times (303 - 298) \text{ K} \\ &= 54.557,881 \text{ kal} \\ &= 228,2702 \text{ kJ} \end{aligned}$$

b. *Magnesium stearate* dari *screen* (H-111)

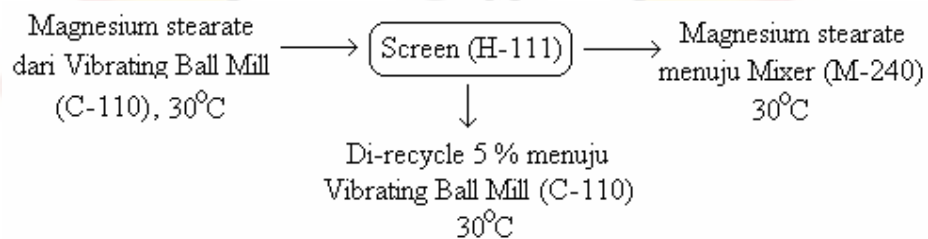
$$\begin{aligned}
 Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\
 &= \frac{1,3709 \text{ kg}}{0,5912 \text{ kg/mol}} \times 247,66 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 2.871,4233 \text{ kal} \\
 &= 12,0140 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

Keluar

*Magnesium stearate* menuju *screen* (H-111)

$$\begin{aligned}
 Q_{out} &= m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\
 &= \frac{27,4184 \text{ kg}}{0,5912 \text{ kg/mol}} \times 247,66 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 57.429,3043 \text{ kal} \\
 &= 240,2842 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

## 2. *Screen* (H-111)



Masuk

*Magnesium stearate* dari *vibrating ball mill* (C-110)

$$\begin{aligned}
 Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\
 &= \frac{27,4184 \text{ kg}}{0,5912 \text{ kg/mol}} \times 247,66 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K}
 \end{aligned}$$

$$= 57.429,3043 \text{ kal}$$

$$= 240,2842 \text{ kJ}$$

### Keluar

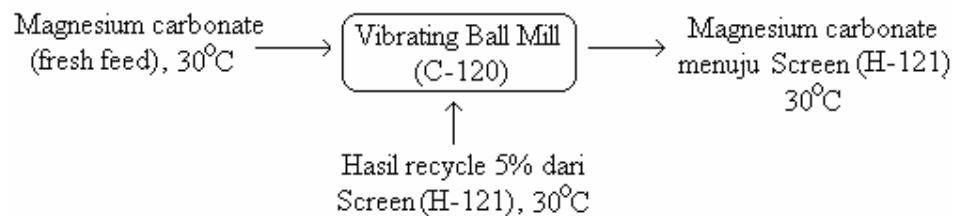
a. *Magnesium stearate* menuju *mixer I* (M-240)

$$\begin{aligned} Q_{\text{out}} &= m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}}) \\ &= \frac{26,0475 \text{ kg}}{0,5912 \text{ kg/mol}} \times 247,66 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\ &= 54.557,881 \text{ kal} \\ &= 228,2702 \text{ kJ} \end{aligned}$$

b. *Magnesium stearate* menuju *vibrating ball mill* (C-110)

$$\begin{aligned} Q_{\text{out}} &= m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}}) \\ &= \frac{1,3709 \text{ kg}}{0,5912 \text{ kg/mol}} \times 247,66 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\ &= 2.871,4233 \text{ kal} \\ &= 12,0140 \text{ kJ} \end{aligned}$$

### **3. Grinding dengan *Vibrating Ball Mill* (C-120)**



### Masuk

a. *Magnesium carbonate fresh feed*

$$\begin{aligned}Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\&= \frac{8,6825 \text{ kg}}{0,0843 \text{ kg/mol}} \times 16,9 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\&= 8.703,0991 \text{ kal} \\&= 36,4138 \text{ kJ}\end{aligned}$$

b. *Magnesium carbonate dari screen (H-121)*

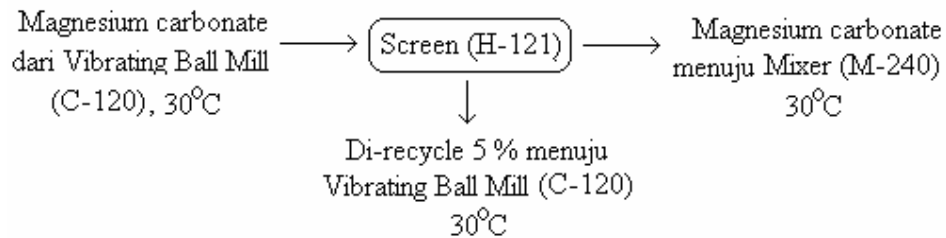
$$\begin{aligned}Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\&= \frac{0,4570 \text{ kg}}{0,0843 \text{ kg/mol}} \times 16,9 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\&= 458,0842 \text{ kal} \\&= 1,9166 \text{ kJ}\end{aligned}$$

### Keluar

*Magnesium carbonate menuju screen (H-121)*

$$\begin{aligned}Q_{out} &= m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\&= \frac{9,1395 \text{ kg}}{0,0843 \text{ kg/mol}} \times 16,9 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\&= 9161,1833 \text{ kal} \\&= 38,3304 \text{ kJ}\end{aligned}$$

#### 4. Screen (H-121)



##### Masuk

*Magnesium carbonate dari vibrating ball mill (C-120)*

$$\begin{aligned}
 Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\
 &= \frac{9,1395 \text{ kg}}{0,0843 \text{ kg/mol}} \times 16,9 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 9.161,1833 \text{ kal} \\
 &= 38,3304 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

##### Keluar

a. *Magnesium carbonate menuju ke mixer I (M-240)*

$$\begin{aligned}
 Q_{out} &= m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\
 &= \frac{8,6825 \text{ kg}}{0,0843 \text{ kg/mol}} \times 16,9 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 8.703,0991 \text{ kal} \\
 &= 36,4138 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

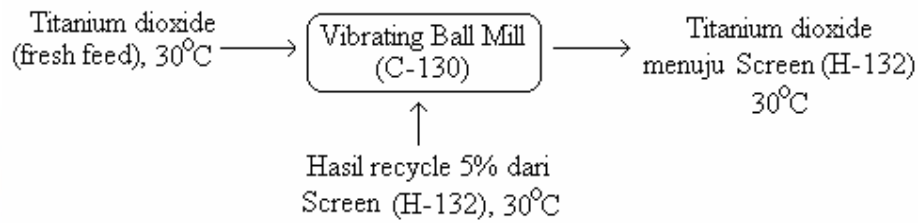
b. *Magnesium carbonate menuju vibrating ball mill (C-120)*

$$\begin{aligned}
 Q_{out} &= m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\
 &= \frac{0,4570 \text{ kg}}{0,0843 \text{ kg/mol}} \times 16,9 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K}
 \end{aligned}$$

$$= 458,0842 \text{ kal}$$

$$= 1,9166 \text{ kJ}$$

### 5. *Vibrating Ball Mill (C-130)*



#### Masuk

##### a. *Titanium dioxide fresh feed*

$$\begin{aligned}
 Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\
 &= 173,6500 \text{ kg} \times 711,7 \text{ J/kg.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 617.933,5250 \text{ J} \\
 &= 617,9335 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

##### b. *Titanium dioxide dari screen (H-131)*

$$\begin{aligned}
 Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\
 &= 9,1395 \text{ kg} \times 711,7 \text{ J/kg.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 32.522,9108 \text{ kal} \\
 &= 32,5229 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

#### Keluar

##### *Titanium dioxide menuju screen (H-131)*

$$Q_{out} = m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref})$$

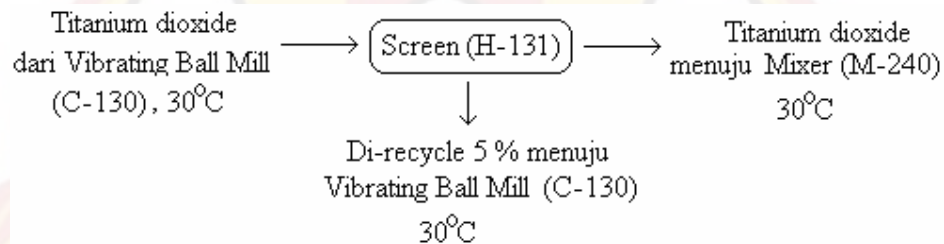


$$= 182,7895 \text{ kg} \times 711,7 \text{ J/kg.K} \times (303-298) \text{ K}$$

$$= 650.456,4358 \text{ kal}$$

$$= 650,4564 \text{ kJ}$$

#### 6. *Screen (H-131)*



##### Masuk

$$Q_{in} = m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref})$$

$$= 182,7895 \text{ kg} \times 711,7 \text{ J/kg.K} \times (303-298) \text{ K}$$

$$= 650.456,4358 \text{ kal}$$

$$= 650,4564 \text{ kJ}$$

##### Keluar

##### a. *Titanium dioxide menuju mixer I (M-240)*

$$Q_{out} = m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref})$$

$$= 173,6500 \text{ kg} \times 711,7 \text{ J/kg.K} \times (303-298) \text{ K}$$

$$= 617.933,5250 \text{ J}$$

$$= 617,9335 \text{ kJ}$$

##### b. *Titanium dioxide menuju vibrating ball mill (C-130)*

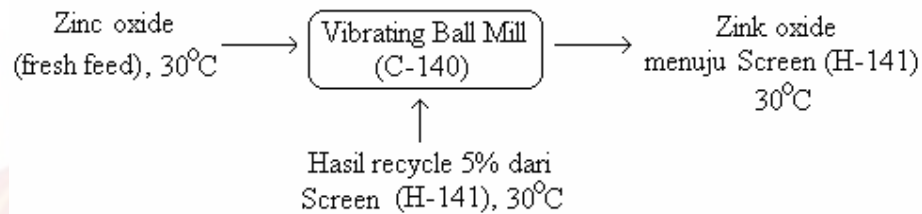
$$Q_{out} = m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref})$$

$$= 9,1395 \text{ kg} \times 711,7 \text{ J/kg.K} \times (303-298) \text{ K}$$

$$= 32.522,9108 \text{ kal}$$

$$= 32,5229 \text{ kJ}$$

## 7. Vibrating Ball Mill (C-140)



$$\begin{aligned} \text{Cp Zinc oxide pada suhu 298 K} &= 11,4 + 0,00145T - \frac{182400}{T^2} \\ &= 11,4 + 0,00145 \times 298 - \frac{182400}{298^2} \\ &= 9,7781 \text{ kal/mol.K} \end{aligned}$$

### Masuk

#### a. Zinc oxide fresh feed

$$\begin{aligned} Q_{in} &= m \times Cp \times (T_{in} - T_{ref}) \\ &= \frac{86,8250 \text{ kg}}{0,08138 \text{ kg/mol}} \times 9,7781 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\ &= 52.161,68177 \text{ kal} \\ &= 218,2445 \text{ kJ} \end{aligned}$$

#### b. Zinc oxide dari screen (H-141)

$$\begin{aligned} Q_{in} &= m \times Cp \times (T_{in} - T_{ref}) \\ &= \frac{4,5697 \text{ kg}}{0,08138 \text{ kg/mol}} \times 9,7781 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \end{aligned}$$

$$= 2.745,3295 \text{ kal}$$

$$= 11,4865 \text{ kJ}$$

### Keluar

*Zinc oxide* menuju *screen* (H-141)

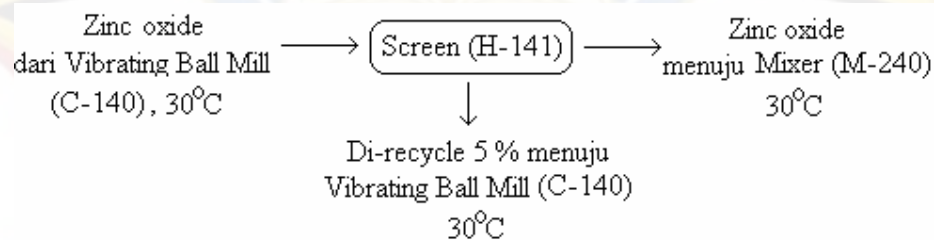
$$Q_{\text{out}} = m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}})$$

$$= \frac{91,3947 \text{ kg}}{0,08138 \text{ kg/mol}} \times 9,7781 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K}$$

$$= 54.907,0113 \text{ kal}$$

$$= 229,7310 \text{ kJ}$$

### **8. Screen (H-141)**



### Masuk

*Zinc oxide* dari *vibrating ball mill* (C-140)

$$Q_{\text{in}} = m \times C_p \times (T_{\text{in}} - T_{\text{ref}})$$

$$= \frac{91,3947 \text{ kg}}{0,08138 \text{ kg/mol}} \times 9,7781 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K}$$

$$= 54.907,0113 \text{ kal}$$

$$= 229,7310 \text{ kJ}$$

### Keluar

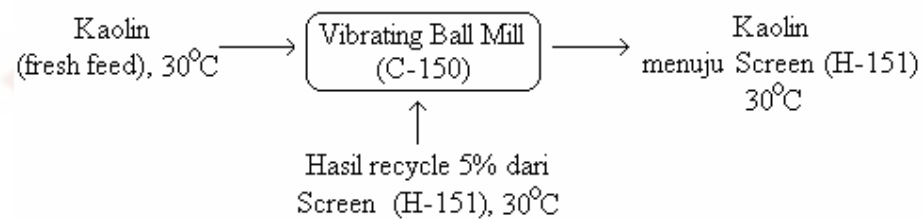
a. *Zinc oxide* menuju *mixer I* (M-240)

$$\begin{aligned}Q_{\text{out}} &= m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}}) \\&= \frac{86,8250 \text{ kg}}{0,08138 \text{ kg/mol}} \times 9,7781 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\&= 52.161,68177 \text{ kal} \\&= 218,2445 \text{ kJ}\end{aligned}$$

b. *Zinc oxide* menuju *vibrating ball mill* (C-140)

$$\begin{aligned}Q_{\text{out}} &= m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}}) \\&= \frac{4,5697 \text{ kg}}{0,08138 \text{ kg/mol}} \times 9,7781 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\&= 2.745,3295 \text{ kal} \\&= 11,4865 \text{ kJ}\end{aligned}$$

### **9. Vibrating Ball Mill (C-150)**



### Masuk

a. *Kaolin fresh feed*

$$\begin{aligned}Q_{\text{in}} &= m \times C_p \times (T_{\text{in}} - T_{\text{ref}}) \\&= \frac{52,0950 \text{ kg}}{0,25813 \text{ kg/mol}} \times 57,92 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K}\end{aligned}$$

$$= 58.446,1783 \text{ kal}$$

$$= 244,5388 \text{ kJ}$$

b. Kaolin dari *screen* (H-151)

$$Q_{in} = m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref})$$

$$= \frac{2,7418 \text{ kg}}{0,25813 \text{ kg/mol}} \times 57,92 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K}$$

$$= 3.076,0674 \text{ kal}$$

$$= 12,8703 \text{ kJ}$$

Keluar

Kaolin menuju *screen* (H-151)

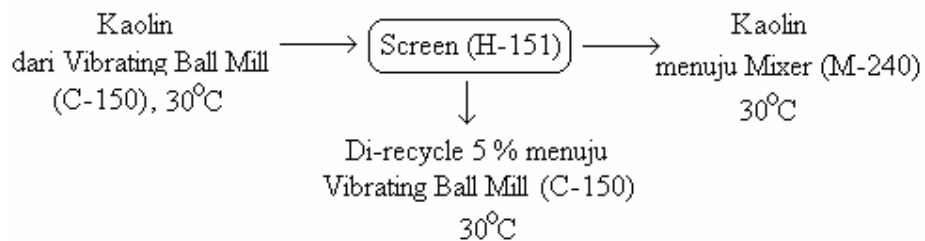
$$Q_{out} = m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref})$$

$$= \frac{54,8368 \text{ kg}}{0,25813 \text{ kg/mol}} \times 57,92 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K}$$

$$= 63.522,2457 \text{ kal}$$

$$= 257,4091 \text{ kJ}$$

#### 10. *Screen* (H-151)



### Masuk

Kaolin dari *vibrating ball mill* (C-150)

$$\begin{aligned}Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\&= \frac{54,8368 \text{ kg}}{0,25813 \text{ kg/mol}} \times 57,92 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\&= 63.522,2457 \text{ kal} \\&= 257,4091 \text{ kJ}\end{aligned}$$

### Keluar

a. Kaolin menuju *mixer* I (M-240)

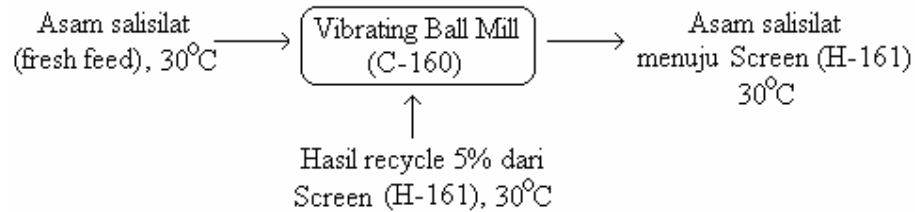
$$\begin{aligned}Q_{out} &= m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\&= \frac{52,0950 \text{ kg}}{0,25813 \text{ kg/mol}} \times 57,92 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\&= 58.446,1783 \text{ kal} \\&= 244,5388 \text{ kJ}\end{aligned}$$

b. Kaolin menuju *vibrating ball mill* (C-150)

$$\begin{aligned}Q_{out} &= m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\&= \frac{2,7418 \text{ kg}}{0,25813 \text{ kg/mol}} \times 57,92 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\&= 3.076,0674 \text{ kal} \\&= 12,8703 \text{ kJ}\end{aligned}$$



### 11. Vibrating Ball Mill (C-160)



#### Masuk

a. Asam salisilat *fresh feed*

$$\begin{aligned} Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\ &= \frac{17,3650 \text{ kg}}{0,13812 \text{ kg/mol}} \times 38,4 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\ &= 24.139,0096 \text{ kal} \\ &= 100,9976 \text{ kJ} \end{aligned}$$

b. Asam salisilat dari *screen* (H-161)

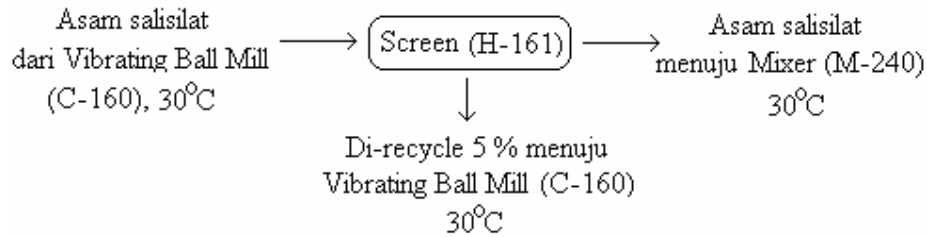
$$\begin{aligned} Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\ &= \frac{0,9139 \text{ kg}}{0,13812 \text{ kg/mol}} \times 38,4 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\ &= 1.270,4083 \text{ kal} \\ &= 5,3154 \text{ kJ} \end{aligned}$$

#### Keluar

Asam salisilat menuju *screen* (H-161)

$$\begin{aligned} Q_{out} &= m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\ &= \frac{18,2789 \text{ kg}}{0,13812 \text{ kg/mol}} \times 38,4 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\ &= 25.409,4179 \text{ kal} = 106,3130 \text{ kJ} \end{aligned}$$

## 12. Screen (H-161)



### Masuk

Asam salisilat dari *vibrating ball mill* (H-160)

$$\begin{aligned} Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\ &= \frac{18,2789 \text{ kg}}{0,13812 \text{ kg/mol}} \times 38,4 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\ &= 25.409,4179 \text{ kal} \\ &= 106,3130 \text{ kJ} \end{aligned}$$

### Keluar

a. Asam salisilat menuju *mixer* I (M-240)

$$\begin{aligned} Q_{out} &= m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\ &= \frac{17,3650 \text{ kg}}{0,13812 \text{ kg/mol}} \times 38,4 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\ &= 24.139,0096 \text{ kal} \\ &= 100,9976 \text{ kJ} \end{aligned}$$

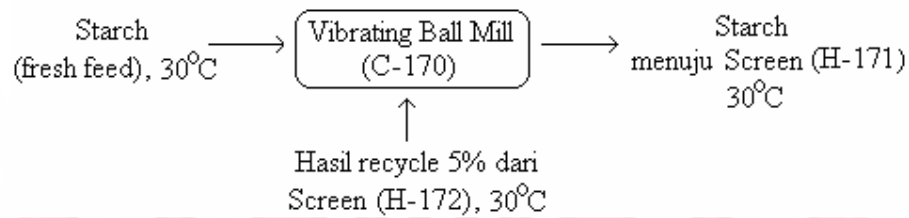
b. Asam salisilat menuju *vibrating ball mill* (H-160)

$$\begin{aligned} Q_{out} &= m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\ &= \frac{0,9139 \text{ kg}}{0,13812 \text{ kg/mol}} \times 38,4 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \end{aligned}$$

$$= 1.270,4083 \text{ kal}$$

$$= 5,3154 \text{ kJ}$$

### 13. Vibrating Ball Mill (C-170)



#### Masuk

##### a. *Corn starch fresh feed*

- Data-data Cp (kapasitas panas) untuk perhitungan entalpi masuk:

##### ➤ Protein

$$\begin{aligned}
 &= \int_{25}^{30} 2,0082 + 1,2089 \times 10^{-3} T - 1,3129 \times 10^{-6} T^2 \\
 &= 2,0082 (30 - 25) + \frac{1,2089 \cdot 10^{-3}}{2} (30^2 - 25^2) - \frac{1,3129 \cdot 10^{-6}}{3} (30^3 - 25^3) \\
 &= 10,2022 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

##### ➤ Lemak

$$\begin{aligned}
 &= \int_{25}^{30} 1,9842 + 1,4733 \times 10^{-3} T - 4,8008 \times 10^{-6} T^2 \\
 &= 1,9842 (30 - 25) + \frac{1,4733 \cdot 10^{-3}}{2} (30^2 - 25^2) - \frac{4,8008 \cdot 10^{-6}}{3} (30^3 - 25^3) \\
 &= 10,1054 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

➤ Karbohidrat

$$\begin{aligned}
 &= \int_{25}^{30} 1,5488xT + 1,9625x10^{-3}T - 5,9399x10^{-6}T^2 \\
 &= 1,5488(30 - 25) + \frac{1,9625.10^{-3}}{2}(30^2 - 25^2) - \frac{5,9399.10^{-6}}{3}(30^3 - 25^3) \\
 &= 7,9913 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

➤ Air

$$\begin{aligned}
 &= \int_{25}^{30} 4,1762xT + 9,0864x10^{-5}T - 5,4731x10^{-6}T^2 \\
 &= 4,1762(30 - 25) + \frac{9,0864.10^{-5}}{2}(30^2 - 25^2) - \frac{5,4731.10^{-6}}{3}(30^3 - 25^3) \\
 &= 23,5727 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

➤ Kalsium =  $25,929 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298)\text{K} = 129,6450 \text{ kJ/kg}$

➤ Fosfor =  $23,824 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298)\text{K} = 119,1200 \text{ kJ/kg}$

➤ Besi dan komponen lain =  $25,10 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298)\text{K} = 125,5000 \text{ kJ/kg}$

• Perhitungan  $\Delta H$  setiap komposisi *corn starch*:

➤ Protein =  $m. \int Cp.dT$   
 $= 13,5447 \text{ kg} \times 10,2022 \text{ kJ/kg} = 138,1857 \text{ kJ}$

➤ Lemak =  $m. \int Cp.dT$   
 $= 4,5149 \text{ kg} \times 10,1054 \text{ kJ/kg} = 45,6249 \text{ kJ}$

➤ Karbohidrat =  $m. \int Cp.dT$   
 $= 133,3632 \text{ kg} \times 7,9913 \text{ kJ/kg} = 1.065,7453 \text{ kJ}$

- Kalsium  $= m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 0,0104 \text{ kg} \times 129,6450 \text{ kJ/kg} = 1,3483 \text{ kJ}$
- Fosfor  $= m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 0,2848 \text{ kg} \times 119,1200 \text{ kJ/kg} = 33,9254 \text{ kJ}$
- Air  $= m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 20,8380 \text{ kg} \times 23,5727 \text{ kJ/kg} = 491,2079 \text{ kJ}$
- Komponen lain  $= m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 1,0940 \text{ kg} \times 125,5000 \text{ kJ/kg} = 137,2970 \text{ kJ}$

Komposisi	Persentase	Jumlah (kg)	$\Delta H$ (kJ)
Protein	7,8000	13,5447	138,1857
Lemak	2,6000	4,5149	45,6249
Karbohidrat	76,800	133,3632	1.065,7453
Kalsium	0,0060	0,0104	1,3483
Fosfor	0,1640	0,2848	33,9254
Air	12,00	20,8380	491,2079
Besi dan komponen lain	0,63	1,0940	137,2970

$$Q_{in} = (138,1857 + 45,6249 + 1.065,7453 + 1,3483 + 33,9254 + 491,2079 + 137,2970) \text{ kJ}$$

$$= 1.913,3345 \text{ kJ}$$

b. *Corn starch* dari *screen* (H-171)

Perhitungan  $\Delta H$  setiap komposisi *corn starch*:

- Protein  $= m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 0,7129 \text{ kg} \times 10,2022 \text{ kJ/kg} = 7,2731 \text{ kJ}$

- Lemak  $= m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 0,2377 \text{ kg} \times 10,1054 \text{ kJ/kg} = 2,4021 \text{ kJ}$
- Karbohidrat  $= m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 7,0191 \text{ kg} \times 7,9913 \text{ kJ/kg} = 56,0917 \text{ kJ}$
- Kalsium  $= m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 0,0005 \text{ kg} \times 129,6450 \text{ kJ/kg} = 0,0648 \text{ kJ}$
- Fosfor  $= m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 0,0150 \text{ kg} \times 119,1200 \text{ kJ/kg} = 1,7868 \text{ kJ}$
- Air  $= m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 1,0967 \text{ kg} \times 23,5727 \text{ kJ/kg} = 25,8522 \text{ kJ}$
- Komponen lain  $= m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 0,0576 \text{ kg} \times 125,5000 \text{ kJ/kg} = 7,2288 \text{ kJ}$

Komposisi	Persentase	Jumlah (kg)	$\Delta H$ (kJ)
Protein	7,8000	0,7129	7,2731
Lemak	2,6000	0,2377	2,4021
Karbohidrat	76,800	7,0191	56,0917
Kalsium	0,0060	0,0005	0,0648
Fosfor	0,1640	0,0150	1,7868
Air	12,000	1,0967	25,8522
Besi dan komponen lain	0,6300	0,0576	7,2288

$$Q_{in} = (7,2731 + 2,4021 + 56,0917 + 0,0648 + 1,7868 + 25,8522 + 7,2288) \text{ kJ}$$

$$= 100,6995 \text{ kJ}$$



### Keluar

*Corn starch* menuju ke *screen* (H-171)

Suhu keluar = suhu masuk = 30°C, sehingga  $C_p$  keluar =  $C_p$  masuk

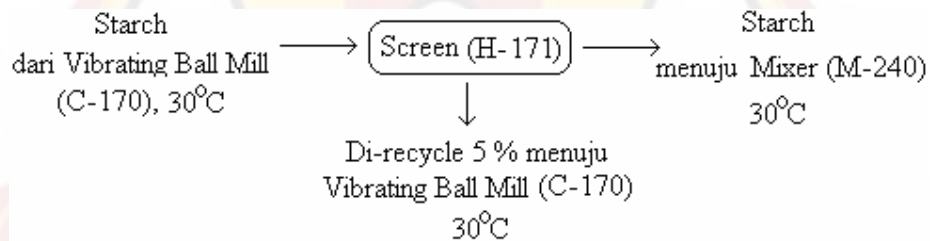
Perhitungan  $\Delta H$  setiap komposisi *corn starch*:

- Protein =  $m \cdot \int C_p \cdot dT$   
= 14,2576 kg x 10,2022 kJ/kg = 145,4459 kJ
- Lemak =  $m \cdot \int C_p \cdot dT$   
= 4,7525 kg x 10,1054 kJ/kg = 48,0259 kJ
- Karbohidrat =  $m \cdot \int C_p \cdot dT$   
= 140,3823 kg x 7,9913 kJ/kg = 1.121,8371 kJ
- Kalsium =  $m \cdot \int C_p \cdot dT$   
= 0,0110 kg x 129,6450 kJ/kg = 1,4261 kJ
- Fosfor =  $m \cdot \int C_p \cdot dT$   
= 0,2998 kg x 119,1200 kJ/kg = 35,7122 kJ
- Air =  $m \cdot \int C_p \cdot dT$   
= 21,9347 kg x 23,5727 kJ/kg = 517,0610 kJ
- Komponen lain =  $m \cdot \int C_p \cdot dT$   
= 1,1516 kg x 125,5000 kJ/kg = 144,5258 kJ

Komposisi	Persentase	Jumlah (kg)	$\Delta H$ (kJ)
Protein	7,8000	14,2576	145,4459
Lemak	2,6000	4,7525	48,0259
Karbohidrat	76,800	140,3823	1.121,8371
Kalsium	0,0060	0,0110	1,4261
Fosfor	0,1640	0,2998	35,7122
Air	12,000	21,9347	517,0610
Besi dan komponen lain	0,6300	1,1516	144,5258

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{out}} &= (145,4459 + 48,0259 + 1.121,8371 + 1,4261 + 35,7122 + 517,0610 + \\
 &144,5258) \text{ kJ} \\
 &= 2.014,0340 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

#### 14. Screen (H-171)



#### Masuk

*Corn starch* dari *vibrating ball mill* (C-170)

- Data-data  $C_p$  (kapasitas panas) untuk perhitungan entalpi masuk:

##### ➤ Protein

$$\begin{aligned}
 &= \int_{25}^{30} 2,0082 + 1,2089 \times 10^{-3} T - 1,3129 \times 10^{-6} T^2 \\
 &= 2,0082 (30 - 25) + \frac{1,2089 \cdot 10^{-3}}{2} (30^2 - 25^2) - \frac{1,3129 \cdot 10^{-6}}{3} (30^3 - 25^3) \\
 &= 10,2022 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

##### ➤ Lemak

$$\begin{aligned}
 &= \int_{25}^{30} 1,9842 + 1,4733 \times 10^{-3} T - 4,8008 \times 10^{-6} T^2 \\
 &= 1,9842 (30 - 25) + \frac{1,4733 \cdot 10^{-3}}{2} (30^2 - 25^2) - \frac{4,8008 \cdot 10^{-6}}{3} (30^3 - 25^3) \\
 &= 10,1054 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

➤ Karbohidrat

$$\begin{aligned}
 &= \int_{25}^{30} 1,5488xT + 1,9625x10^{-3}T - 5,9399x10^{-6}T^2 \\
 &= 1,5488(30 - 25) + \frac{1,9625.10^{-3}}{2}(30^2 - 25^2) - \frac{5,9399.10^{-6}}{3}(30^3 - 25^3) \\
 &= 7,9913 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

➤ Air

$$\begin{aligned}
 &= \int_{25}^{30} 4,1762xT + 9,0864x10^{-5}T - 5,4731x10^{-6}T^2 \\
 &= 4,1762(30 - 25) + \frac{9,0864.10^{-5}}{2}(30^2 - 25^2) - \frac{5,4731.10^{-6}}{3}(30^3 - 25^3) \\
 &= 23,5727 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

➤ Kalsium =  $25,929 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298)\text{K} = 129,6450 \text{ kJ/kg}$

➤ Fosfor =  $23,824 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298)\text{K} = 119,1200 \text{ kJ/kg}$

➤ Besi dan komponen lain =  $25,10 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298)\text{K} = 125,5000 \text{ kJ/kg}$

Perhitungan  $\Delta H$  setiap komposisi *corn starch*:

➤ Protein =  $m. \int Cp.dT$   
 $= 14,2576 \text{ kg} \times 10,2022 \text{ kJ/kg} = 145,4459 \text{ kJ}$

➤ Lemak =  $m. \int Cp.dT$   
 $= 4,7525 \text{ kg} \times 10,1054 \text{ kJ/kg} = 48,0259 \text{ kJ}$

➤ Karbohidrat =  $m. \int Cp.dT$   
 $= 140,3823 \text{ kg} \times 7,9913 \text{ kJ/kg} = 1.121,8370 \text{ kJ}$

➤ Kalsium =  $m. \int Cp.dT$

$$= 0,0110 \text{ kg} \times 129,6450 \text{ kJ/kg} = 1,4219 \text{ kJ}$$

➤ Fosfor =  $m \cdot \int C_p \cdot dT$

$$= 0,2998 \text{ kg} \times 119,1200 \text{ kJ/kg} = 35,7092 \text{ kJ}$$

➤ Air =  $m \cdot \int C_p \cdot dT$

$$= 21,9347 \text{ kg} \times 23,5727 \text{ kJ/kg} = 517,0610 \text{ kJ}$$

➤ Komponen lain =  $m \cdot \int C_p \cdot dT$

$$= 1,1516 \text{ kg} \times 125,5000 \text{ kJ/kg} = 144,5225 \text{ kJ}$$

Komposisi	Persentase	Jumlah (kg)	$\Delta H$ (kJ)
Protein	7,8000	14,2576	145,4459
Lemak	2,6000	4,7525	48,0259
Karbohidrat	76,800	140,3823	1.121,8370
Kalsium	0,0060	0,0110	1,4219
Fosfor	0,1640	0,2998	35,7092
Air	12,000	21,9347	517,0610
Besi dan komponen lain	0,6300	1,1516	144,5225

$$Q_{\text{out}} = (145,4459 + 48,0259 + 1.121,8371 + 1,4261 + 35,7122 + 517,0610 + 144,5258) \text{ kJ}$$

$$= 2.014,0340 \text{ kJ}$$

### Keluar

a. *Corn starch* menuju *mixer I* (M-240)

Suhu keluar = suhu masuk =  $30^\circ\text{C}$ , sehingga  $C_p$  keluar =  $C_p$  masuk

- Perhitungan  $\Delta H$  setiap komposisi *corn starch*:

➤ Protein =  $m \cdot \int C_p \cdot dT$

$$= 13,5447 \text{ kg} \times 10,2022 \text{ kJ/kg} = 138,1857 \text{ kJ}$$

- Lemak  $= m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 4,5149 \text{ kg} \times 10,1054 \text{ kJ/kg} = 45,6249 \text{ kJ}$
- Karbohidrat  $= m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 133,3632 \text{ kg} \times 7,9913 \text{ kJ/kg} = 1.065,7450 \text{ kJ}$
- Kalsium  $= m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 0,0104 \text{ kg} \times 129,6450 \text{ kJ/kg} = 1,3508 \text{ kJ}$
- Fosfor  $= m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 0,2848 \text{ kg} \times 119,1200 \text{ kJ/kg} = 33,9237 \text{ kJ}$
- Air  $= m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 20,8380 \text{ kg} \times 23,5727 \text{ kJ/kg} = 4.912,0790 \text{ kJ}$
- Komponen lain  $= m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 1,0940 \text{ kg} \times 125,5000 \text{ kJ/kg} = 137,2964 \text{ kJ}$

Komposisi	Persentase	Jumlah (kg)	$\Delta H$ (kJ)
Protein	7,8000	13,5447	138,1857
Lemak	2,6000	4,5149	45,6249
Karbohidrat	76,800	133,3632	1.065,7450
Kalsium	0,0060	0,0104	1,3508
Fosfor	0,1640	0,2848	33,9237
Air	12,00	20,8380	4.912,0790
Besi dan komponen lain	0,63	1,0940	137,2964

$$Q_{\text{out}} = (138,1857 + 45,6249 + 1.065,7453 + 1,3483 + 33,9254 + 491,2079 + 137,2970) \text{ kJ}$$

$$= 1.913,3345 \text{ kJ}$$



b. *Corn starch* menuju *vibrating ball mill* (C-170)

Perhitungan  $\Delta H$  setiap komposisi *corn starch*:

- Protein  $= m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 0,7129 \text{ kg} \times 10,2022 \text{ kJ/kg} = 7,2731 \text{ kJ}$
- Lemak  $= m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 0,2377 \text{ kg} \times 10,1054 \text{ kJ/kg} = 2,4021 \text{ kJ}$
- Karbohidrat  $= m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 7,0191 \text{ kg} \times 7,9913 \text{ kJ/kg} = 56,0920 \text{ kJ}$
- Kalsium  $= m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 0,0005 \text{ kg} \times 129,6450 \text{ kJ/kg} = 0,0711 \text{ kJ}$
- Fosfor  $= m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 0,0150 \text{ kg} \times 119,1200 \text{ kJ/kg} = 1,7855 \text{ kJ}$
- Air  $= m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 1,0967 \text{ kg} \times 23,5727 \text{ kJ/kg} = 258,5312 \text{ kJ}$
- Komponen lain  $= m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 0,0576 \text{ kg} \times 125,5000 \text{ kJ/kg} = 7,2261 \text{ kJ}$

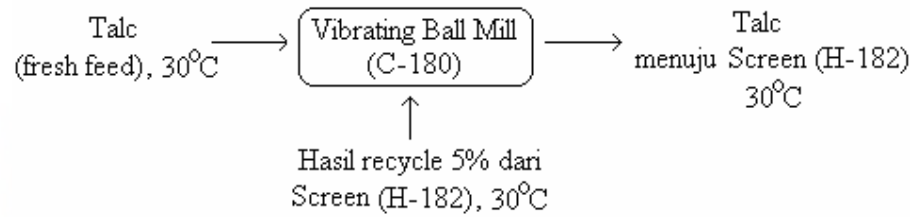
Komposisi	Persentase	Jumlah (kg)	$\Delta H$ (kJ)
Protein	7,8000	0,7129	7,2731
Lemak	2,6000	0,2377	2,4021
Karbohidrat	76,800	7,0191	56,0920
Kalsium	0,0060	0,0005	0,0711
Fosfor	0,1640	0,0150	1,7855
Air	12,000	1,0967	258,5312
Besi dan komponen lain	0,6300	0,0576	7,2261



$$Q_{in} = (7,2731 + 2,4021 + 56,0917 + 0,0648 + 1,7868 + 25,8522 + 7,2288) \text{ kJ}$$

$$= 100,6995 \text{ kJ}$$

### 15. Vibrating Ball Mill (C-180)



#### Masuk

##### a. *Talc fresh feed*

$$Q_{in} = m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref})$$

$$= \frac{1.111,3600 \text{ kg}}{0,75848 \text{ kg/mol}} \times 678,9110 \text{ J/mol.K} \times (303-298) \text{ K}$$

$$= 4.973.859,093 \text{ kal}$$

$$= 20.810,6264 \text{ kJ}$$

##### b. *Talc dari screen (H-182)*

$$Q_{in} = m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref})$$

$$= \frac{58,4926 \text{ kg}}{0,75848 \text{ kg/mol}} \times 678,9110 \text{ J/mol.K} \times (303-298) \text{ K}$$

$$= 261.781,9162 \text{ kal}$$

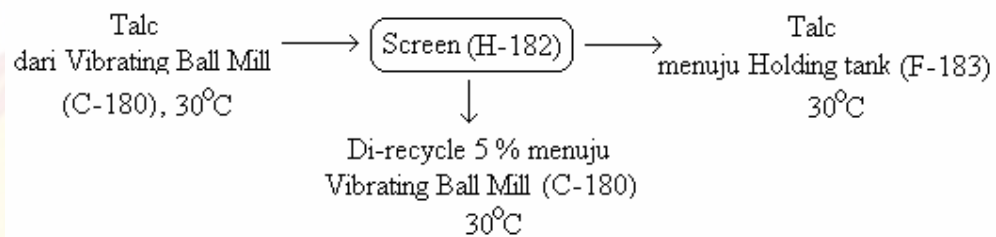
$$= 1.095,2955 \text{ kJ}$$

#### Keluar

*Talc menuju screen (H-182)*

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{out}} &= m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}}) \\
 &= \frac{1.169,8526 \text{ kg}}{0,75848 \text{ kg/mol}} \times 678,9110 \text{ J/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 5.235.641,009 \text{ kal} \\
 &= 21.905,9219 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

#### 16. Screen (H-181)



##### Masuk

*Talc dari vibrating ball mill (C-180)*

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{in}} &= m \times C_p \times (T_{\text{in}} - T_{\text{ref}}) \\
 &= \frac{1.169,8526 \text{ kg}}{0,75848 \text{ kg/mol}} \times 678,9110 \text{ J/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 5.235.641,009 \text{ kal} \\
 &= 21.905,9219 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

##### Keluar

a. *Talc menuju holding tank (F-183)*

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{out}} &= m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}}) \\
 &= \frac{1.111,3600 \text{ kg}}{0,75848 \text{ kg/mol}} \times 678,9110 \text{ J/mol.K} \times (303-298) \text{ K}
 \end{aligned}$$

$$= 4.973.859,093 \text{ kal}$$

$$= 20.810,6264 \text{ kJ}$$

b. *Talc* menuju *vibrating ball mill* (C-180)

$$Q_{\text{out}} = m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}})$$

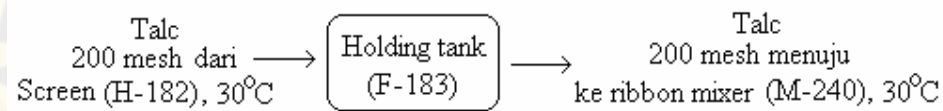
$$= \frac{58,4926 \text{ kg}}{0,75848 \text{ kg/mol}} \times 678,9110 \text{ J/mol.K} \times (303-298) \text{ K}$$

$$= 261.781,9162 \text{ kal}$$

$$= 1.095,2955 \text{ kJ}$$

### 17. *Holding Tank talc* (F-182)

)



#### Masuk

$$Q_{\text{in}} = m \times C_p \times (T_{\text{in}} - T_{\text{ref}})$$

$$= \frac{1.111,3600 \text{ kg}}{0,75848 \text{ kg/mol}} \times 678,9110 \text{ J/mol.K} \times (303-298) \text{ K}$$

$$= 4.973.859,093 \text{ kal}$$

$$= 20.810,6264 \text{ kJ}$$

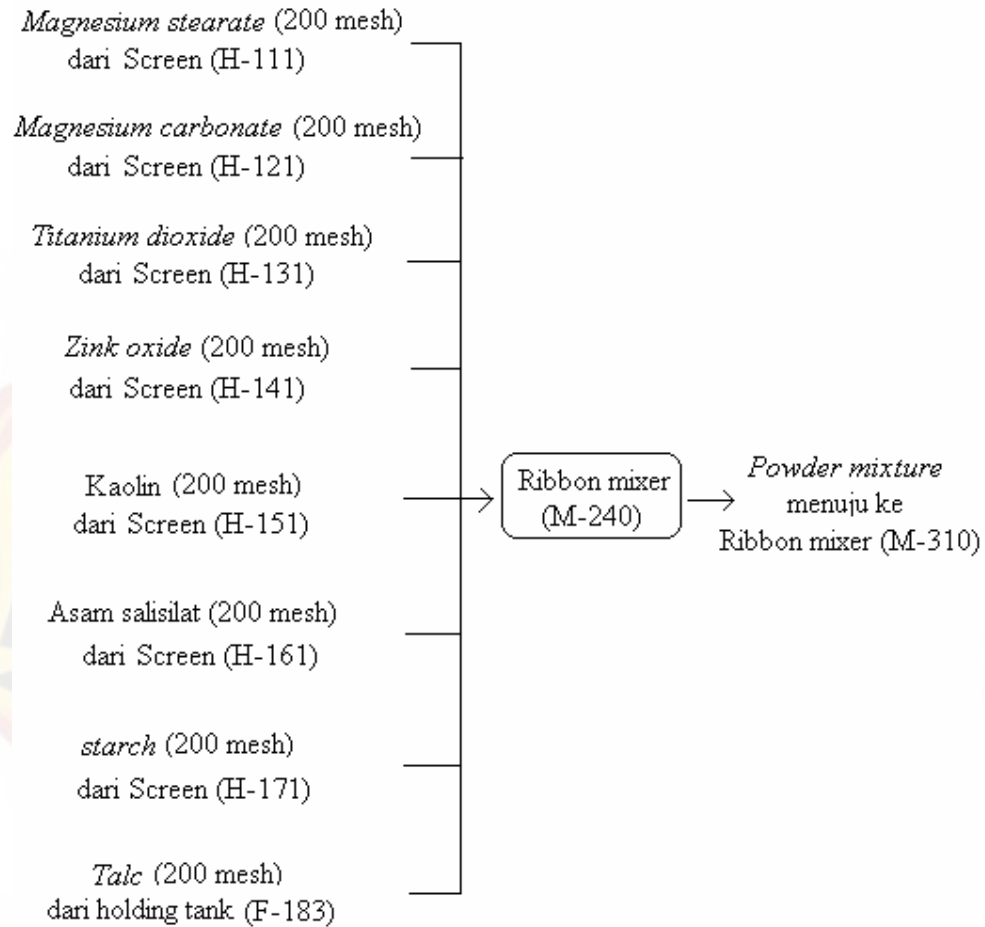
#### Keluar

$$Q_{\text{out}} = m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}})$$

$$= \frac{1.111,3600 \text{ kg}}{0,75848 \text{ kg/mol}} \times 678,9110 \text{ J/mol.K} \times (303-298) \text{ K}$$

$$= 4.973.859,093 \text{ kal} = 20.810,6264 \text{ kJ}$$

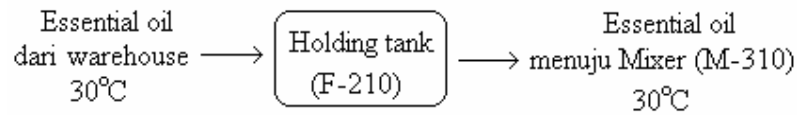
### 18. Ribbon Mixer (M-240)



Semua bahan yang akan di-mixing masuk dan keluar pada suhu 30°C

Bahan masuk	kJ	Bahan keluar	kJ
<b>* Dari masing-masing screen</b>		<b>* Menuju ke mixer II (M-310)</b>	
<i>Magnesium stearate</i>	228,2702	<i>Magnesium stearate</i>	228,2702
<i>Magnesium carbonate</i>	36,4138	<i>Magnesium carbonate</i>	36,4138
<i>Titanium dioxide</i>	617,9335	<i>Titanium dioxide</i>	617,9335
<i>Zink oxide</i>	218,2445	<i>Zink oxide</i>	218,2445
<i>Kaolin</i>	244,5388	<i>Kaolin</i>	244,5388
<i>Asam salisilat</i>	100,9976	<i>Asam salisilat</i>	100,9976
<i>Starch</i>	1.913,3345	<i>Starch</i>	1.913,3345
<i>Talc</i>	20.810,6264	<i>Talc</i>	20.810,6264
<b>TOTAL</b>	24.170,3593	<b>TOTAL</b>	24.170,3593

### 19. Holding Tank Essential oil (F-210)



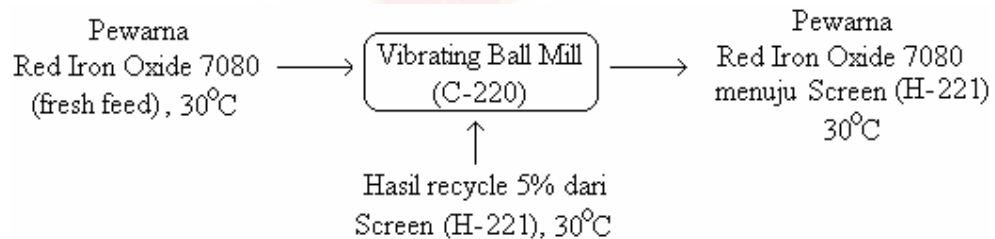
#### Masuk

$$\begin{aligned} Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\ &= 26,0475 \text{ kg} \times 0,9987 \text{ kal/g.}^{\circ}\text{C} \times (30 - 25) ^{\circ}\text{C} \\ &= 26.047,5 \text{ g} \times 0,9987 \text{ kal/g.}^{\circ}\text{C} \times (30 - 25) ^{\circ}\text{C} \\ &= 130.068,1913 \text{ kal} \\ &= 544,2053 \text{ kJ} \end{aligned}$$

#### Keluar

$$\begin{aligned} Q_{out} &= m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\ &= 26,0475 \text{ kg} \times 0,9987 \text{ kal/g.}^{\circ}\text{C} \times (30 - 25) ^{\circ}\text{C} \\ &= 26.047,5 \text{ g} \times 0,9987 \text{ kal/g.}^{\circ}\text{C} \times (30 - 25) ^{\circ}\text{C} \\ &= 130.068,1913 \text{ kal} \\ &= 544,2053 \text{ kJ} \end{aligned}$$

### 20. Vibrating Ball Mill (C-220)



### Masuk

a. *Pewarna Red Iron Oxide 7080 fresh feed*

$$\begin{aligned}Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\&= 28,6523 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298) \text{ K} \\&= 84.752,7584 \text{ kal} \\&= 354,6055 \text{ kJ}\end{aligned}$$

b. *Pewarna Red Iron Oxide 7080 dari screen (H-221)*

$$\begin{aligned}Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\&= 1,5080 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298) \text{ K} \\&= 4.460,6248 \text{ kal} \\&= 18,6633 \text{ kJ}\end{aligned}$$

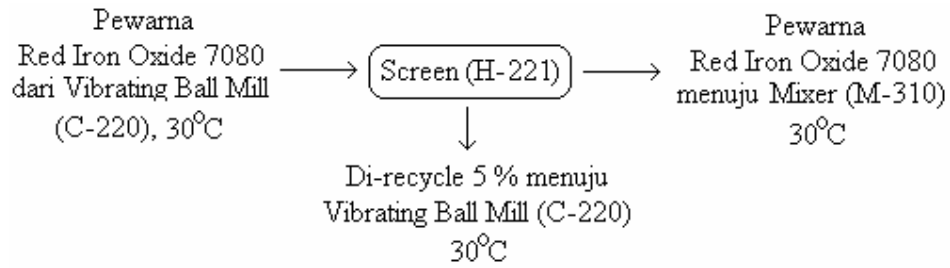
### Keluar

*Pewarna Red Iron Oxide 7080 menuju screen (H-221)*

$$\begin{aligned}Q_{out} &= m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\&= 30,1603 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298) \text{ K} \\&= 89.213,3832 \text{ kal} \\&= 373,2688 \text{ kJ}\end{aligned}$$

## **21. Screen (H-221)**





### Masuk

*Pewarna Red Iron Oxide 7080 dari vibrating ball mill (C-220)*

$$\begin{aligned}
 Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\
 &= 30,1603 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 89.213,3832 \text{ kal} \\
 &= 373,2688 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

### Keluar

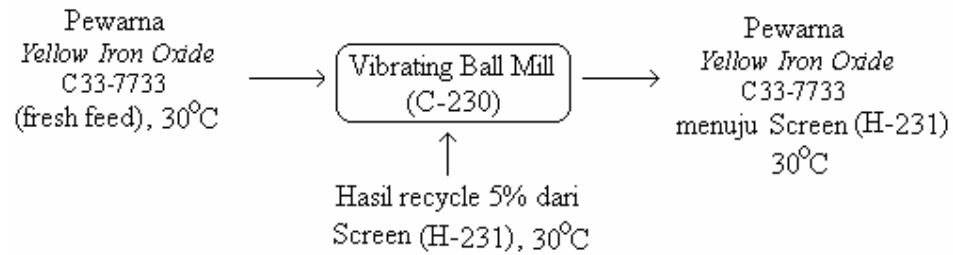
a. *Pewarna Red Iron Oxide 7080 menuju mixer II (M-310)*

$$\begin{aligned}
 Q_{out} &= m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\
 &= 28,6523 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 84.752,7584 \text{ kal} \\
 &= 354,6055 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

b. *Pewarna Red Iron Oxide 7080 menuju vibrating ball mill (C-220)*

$$\begin{aligned}
 Q_{out} &= m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\
 &= 1,5080 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 4.460,6248 \text{ kal} \\
 &= 18,6633 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

## **22. Vibrating Ball Mill (C-230)**



### Masuk

a. *Pewarna Yellow Iron Oxide C33-7733 fresh feed*

$$\begin{aligned}
 Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\
 &= 28,6523 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 84.752,7584 \text{ kal} \\
 &= 354,6055 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

b. *Pewarna Yellow Iron Oxide C33-7733 dari screen (H-231)*

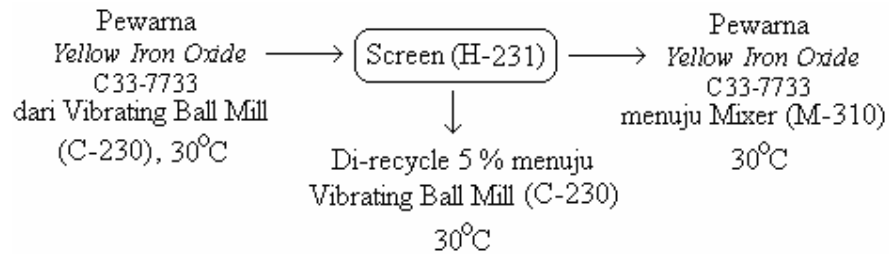
$$\begin{aligned}
 Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\
 &= 1,5080 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 4.460,6248 \text{ kal} \\
 &= 18,6633 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

### Keluar

*Pewarna Yellow Iron Oxide C33-7733 menuju screen (H-231)*

$$\begin{aligned}
 Q_{out} &= m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\
 &= 30,1603 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 89.213,3832 \text{ kal} \\
 &= 373,2688 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

### 23. Screen (H-231)



#### Masuk

*Pewarna Yellow Iron Oxide C33-7733 dari vibrating ball mill (C-230)*

$$\begin{aligned}
 Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\
 &= 30,1603 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 89.213,3832 \text{ kal} \\
 &= 373,2688 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

#### Keluar

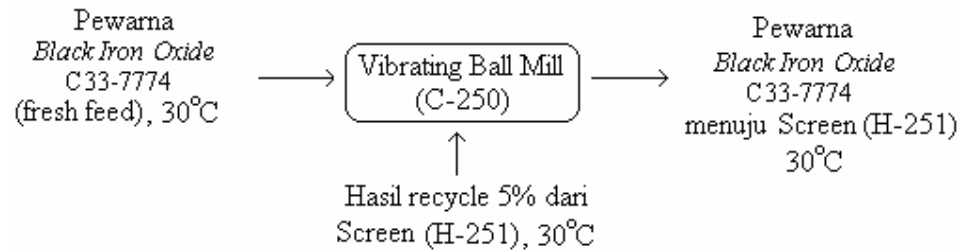
a. *Pewarna Yellow Iron Oxide C33-7733 menuju mixer II (M-310)*

$$\begin{aligned}
 Q_{out} &= m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\
 &= 28,6523 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 84.752,7584 \text{ kal} \\
 &= 354,6055 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

b. *Pewarna Yellow Iron Oxide C33-7733 menuju vibrating ball mill (C-230)*

$$\begin{aligned}
 Q_{out} &= m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\
 &= 1,5080 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 4.460,6248 \text{ kal} \\
 &= 18,6633 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

## 24. Vibrating Ball Mill (C-250)



### Masuk

a. *Pewarna Black Iron Oxide C33-7774 fresh feed*

$$\begin{aligned} Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\ &= 2,2575 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298) \text{ K} \\ &= 6.677,6263 \text{ kal} \\ &= 27,9392 \text{ kJ} \end{aligned}$$

b. *Pewarna Black Iron Oxide C33-7774 dari screen (H-251)*

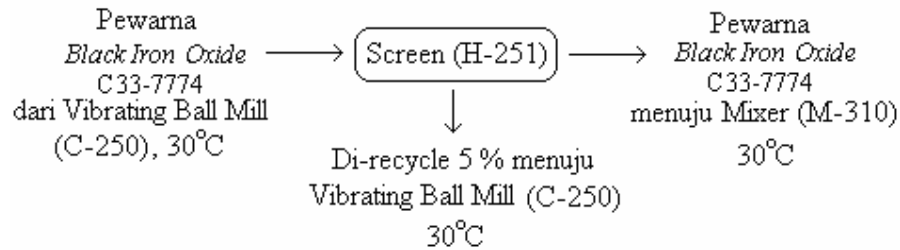
$$\begin{aligned} Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\ &= 0,1188 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298) \text{ K} \\ &= 351,4073 \text{ kal} \\ &= 1,4703 \text{ kJ} \end{aligned}$$

### Keluar

*Pewarna Black Iron Oxide C33-7774 menuju screen (H-251)*

$$\begin{aligned} Q_{out} &= m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\ &= 2,3763 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298) \text{ K} \\ &= 7.029,1336 \text{ kal} \\ &= 29,4095 \text{ kJ} \end{aligned}$$

## 25. Screen (H-251)



### Masuk

*Pewarna Black Iron Oxide C33-7774 dari vibrating ball mill (C-250)*

$$\begin{aligned}
 Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\
 &= 2,3763 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (303 - 298) \text{ K} \\
 &= 7.029,1336 \text{ kal} \\
 &= 29,4095 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

### Keluar

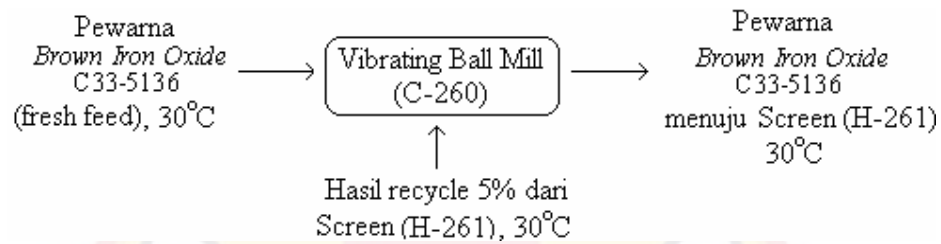
a. *Pewarna Black Iron Oxide C33-7774 menuju mixer II (M-310)*

$$\begin{aligned}
 Q_{out} &= m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\
 &= 2,2575 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (303 - 298) \text{ K} \\
 &= 6.677,6263 \text{ kal} \\
 &= 27,9392 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

b. *Pewarna Black Iron Oxide C33-7774 menuju vibrating ball mill (C-250)*

$$\begin{aligned}
 Q_{out} &= m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\
 &= 0,1188 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (303 - 298) \text{ K} \\
 &= 351,4073 \text{ kal} \\
 &= 1,4703 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

## 26. Vibrating Ball Mill (C-260)



### Masuk

a. *Pewarna Brown Iron Oxide C33-5136 fresh feed*

$$\begin{aligned} Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\ &= 4,6886 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298) \text{ K} \\ &= 13.868,7569 \text{ kal} \\ &= 58,0269 \text{ kJ} \end{aligned}$$

b. *Pewarna Brown Iron Oxide C33-5136 dari screen (H-261)*

$$\begin{aligned} Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\ &= 0,2468 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298) \text{ K} \\ &= 730,0280 \text{ kal} \\ &= 3,0544 \text{ kJ} \end{aligned}$$

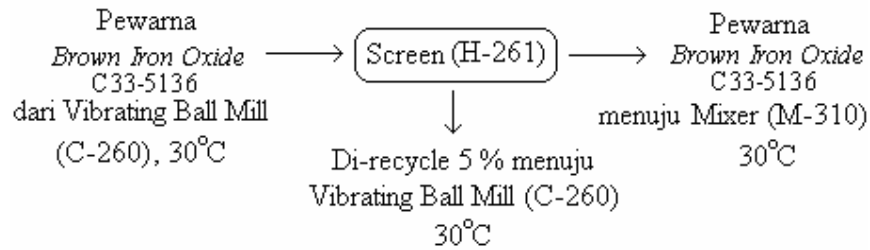
### Keluar

*Pewarna Brown Iron Oxide C33-5136 menuju screen (H-261)*

$$\begin{aligned} Q_{out} &= m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\ &= 4,9354 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298) \text{ K} \\ &= 14.598,7849 \text{ kal} \\ &= 61,0813 \text{ kJ} \end{aligned}$$



## 27. Screen (H-261)



### Masuk

*Pewarna Brown Iron Oxide C33-5136 dari vibrating ball mill (C-260)*

$$\begin{aligned}
 Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\
 &= 4,9354 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (303 - 298) \text{ K} \\
 &= 14.598,7849 \text{ kal} \\
 &= 61,0813 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

### Keluar

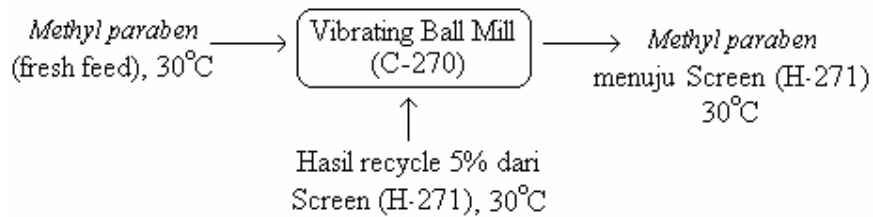
a. *Pewarna Brown Iron Oxide C33-5136 menuju mixer II (M-310)*

$$\begin{aligned}
 Q_{out} &= m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\
 &= 4,6886 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (303 - 298) \text{ K} \\
 &= 13.868,7569 \text{ kal} \\
 &= 58,0269 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

b. *Pewarna Brown Iron Oxide C33-5136 menuju vibrating ball mill (C-260)*

$$\begin{aligned}
 Q_{out} &= m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\
 &= 0,2468 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (303 - 298) \text{ K} \\
 &= 730,0280 \text{ kal} \\
 &= 3,0544 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

## 28. Vibrating Ball Mill (C-270)



### Masuk

#### a. Methyl Paraben fresh feed

$$\begin{aligned}
 Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\
 &= \frac{3,4730 \text{ kg}}{0,152 \text{ kg/mol}} \times 44,8 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 5.118,1053 \text{ kal} \\
 &= 21,4142 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

#### b. Methyl Paraben dari screen (H-271)

$$\begin{aligned}
 Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\
 &= \frac{0,1828 \text{ kg}}{0,152 \text{ kg/mol}} \times 44,8 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 269,3895 \text{ kal} \\
 &= 1,1271 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

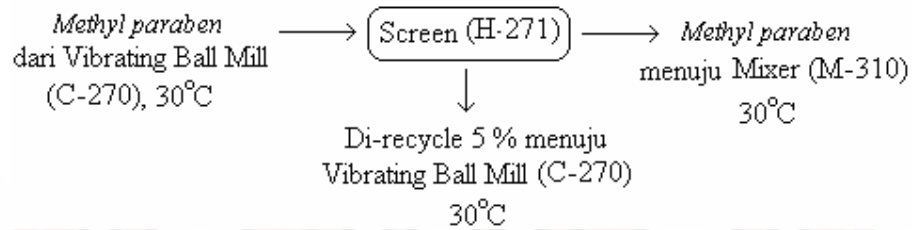
### Keluar

#### Methyl Paraben menuju screen (H-271)

$$\begin{aligned}
 Q_{out} &= m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\
 &= \frac{3,6558 \text{ kg}}{0,152 \text{ kg/mol}} \times 44,8 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 5.387,4947 \text{ kal}
 \end{aligned}$$

$$= 22,5413 \text{ kJ}$$

## 29. Screen (H-271)



### Masuk

*Methyl Paraben dari vibrating ball mill (H-270)*

$$\begin{aligned}
 Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\
 &= \frac{3,6558 \text{ kg}}{0,152 \text{ kg/mol}} \times 44,8 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 5.387,4947 \text{ kal} \\
 &= 22,5413 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

### Keluar

a. *Methyl Paraben menuju mixer II (M-310)*

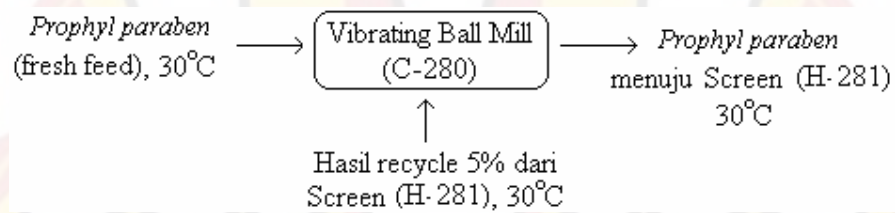
$$\begin{aligned}
 Q_{out} &= m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\
 &= \frac{3,4730 \text{ kg}}{0,152 \text{ kg/mol}} \times 44,8 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 5.118,1053 \text{ kal} \\
 &= 21,4142 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

b. *Methyl Paraben menuju vibrating ball mill (H-270)*

$$Q_{out} = m \times C_p \times (T_{out} - T_{ref})$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,1828 \text{ kg}}{0,152 \text{ kg/mol}} \times 44,8 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 269,3895 \text{ kal} \\
 &= 1,1271 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

### 30. Vibrating Ball Mill (C-280)



#### Masuk

##### a. Prophyl Paraben fresh feed

$$\begin{aligned}
 Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\
 &= \frac{1,7365 \text{ kg}}{0,18 \text{ kg/mol}} \times 57,6 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 2.778,4000 \text{ kal} \\
 &= 11,6248 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

##### b. Prophyl Paraben dari screen (H-281)

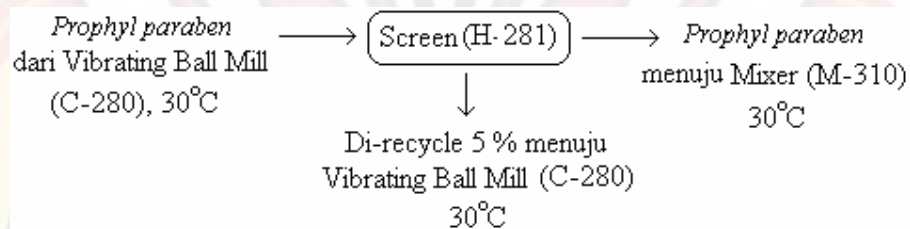
$$\begin{aligned}
 Q_{in} &= m \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\
 &= \frac{0,0914 \text{ kg}}{0,18 \text{ kg/mol}} \times 57,6 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\
 &= 146,2400 \text{ kal} \\
 &= 0,6119 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

### Keluar

*Prophyl Paraben* menuju *screen* (H-281)

$$\begin{aligned} Q_{\text{out}} &= m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}}) \\ &= \frac{1,8279 \text{ kg}}{0,18 \text{ kg/mol}} \times 57,6 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\ &= 2.924,6400 \text{ kal} = 12,2367 \text{ kJ} \end{aligned}$$

### **31. Screen (H-281)**



### Masuk

*Prophyl Paraben* dari *vibrating ball mill* (C-280)

$$\begin{aligned} Q_{\text{in}} &= m \times C_p \times (T_{\text{in}} - T_{\text{ref}}) \\ &= \frac{1,8279 \text{ kg}}{0,18 \text{ kg/mol}} \times 57,6 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \\ &= 2.924,6400 \text{ kal} = 12,2367 \text{ kJ} \end{aligned}$$

### Keluar

a. *Prophyl Paraben* menuju *mixer II* (M-310)

$$\begin{aligned} Q_{\text{out}} &= m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}}) \\ &= \frac{1,7365 \text{ kg}}{0,18 \text{ kg/mol}} \times 57,6 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K} \end{aligned}$$

$$= 2.778,4000 \text{ kal}$$

$$= 11,6248 \text{ kJ}$$

b. *Prophyl Paraben* menuju *vibrating ball mill* (C-280))

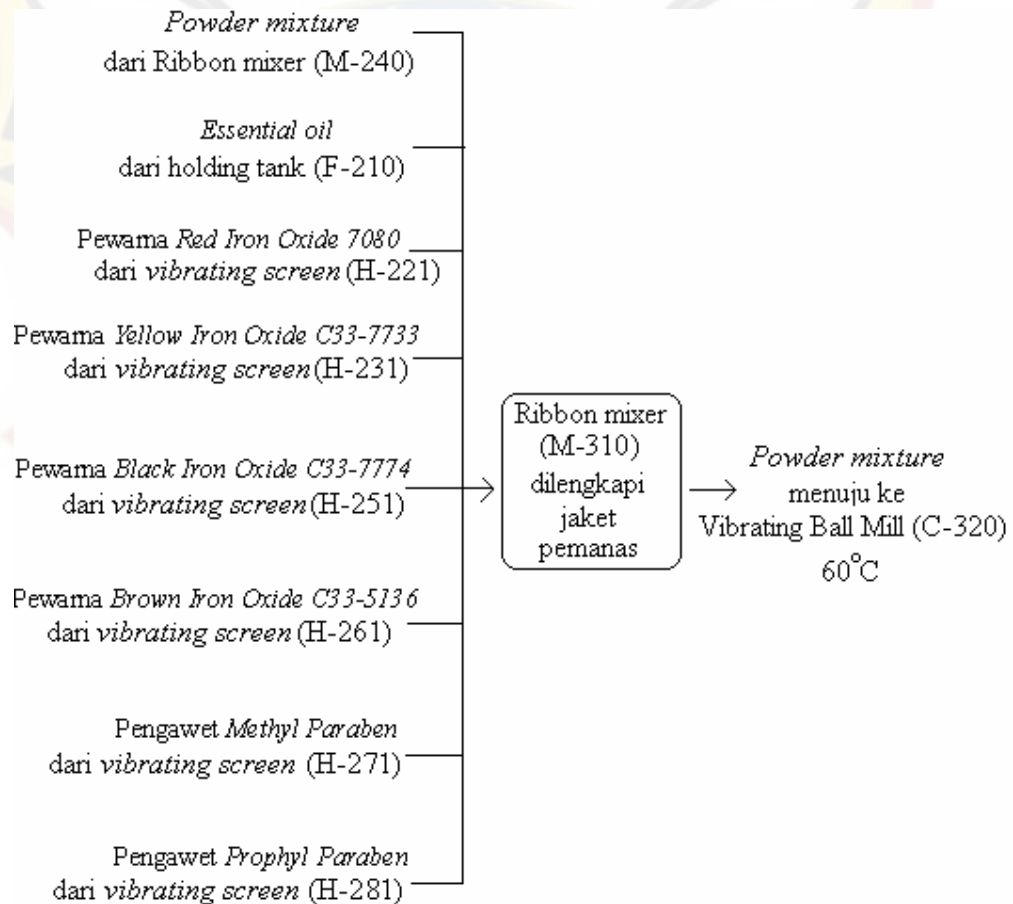
$$Q_{\text{out}} = m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}})$$

$$= \frac{0,0914 \text{ kg}}{0,18 \text{ kg/mol}} \times 57,6 \text{ kal/mol.K} \times (303-298) \text{ K}$$

$$= 146,2400 \text{ kal}$$

$$= 0,6119 \text{ kJ}$$

### 32. *Ribbon mixer* (M-310) dan jaket pemanas





Masuk

$$Q_{\text{in ribbon mixer II}} = 25.010,2002 \text{ kJ}$$

Keluar

a. *Magnesium stearate*

$$\begin{aligned} Q_{\text{out}} &= m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}}) \\ &= \frac{26,0475 \text{ kg}}{0,5912 \text{ kg/mol}} \times 247,66 \text{ kal/mol.K} \times (333-298) \text{ K} \\ &= 381.905,167 \text{ kal} \\ &= 1.597,8912 \text{ kJ} \end{aligned}$$

b. *Magnesium carbonate*

$$\begin{aligned} Q_{\text{out}} &= m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}}) \\ &= \frac{8,6825 \text{ kg}}{0,0843 \text{ kg/mol}} \times 16,9 \text{ kal/mol.K} \times (333-298) \text{ K} \\ &= 60.921,6934 \text{ kal} \\ &= 254,8964 \text{ kJ} \end{aligned}$$

c. *Titanium dioxide*

$$\begin{aligned} Q_{\text{out}} &= m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}}) \\ &= 173,6500 \text{ kg} \times 711,7 \text{ J/kg.K} \times (333-298) \text{ K} \\ &= 4.325.534,6750 \text{ J} \\ &= 18.098,0371 \text{ kJ} \end{aligned}$$

d. *Zinc oxide*

$$C_p \text{ Zinc oxide pada suhu } 318 \text{ K} = 11,4 + 0,00145T - \frac{182400}{T^2}$$

$$= 11,4 + 0,00145 \times 333 - \frac{182400}{333^2}$$

$$= 9,7566 \text{ kal/mol.K}$$

$$Q_{\text{out}} = m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}})$$

$$= \frac{86,8250 \text{ kg}}{0,08138 \text{ kg/mol}} \times 9,7566 \text{ kal/mol.K} \times (333-298) \text{ K}$$

$$= 364.328,9239 \text{ kal}$$

$$= 1.524,3522 \text{ kJ}$$

e. Kaolin

$$Q_{\text{out}} = m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}})$$

$$= \frac{52,0950 \text{ kg}}{0,25813 \text{ kg/mol}} \times 57,92 \text{ kal/mol.K} \times (333-298) \text{ K}$$

$$= 409.123,2480 \text{ kal}$$

$$= 1.711,7717 \text{ kJ}$$

f. Asam salisilat

$$Q_{\text{in}} = m \times C_p \times (T_{\text{in}} - T_{\text{ref}})$$

$$= \frac{17,3650 \text{ kg}}{0,13812 \text{ kg/mol}} \times 38,4 \text{ kal/mol.K} \times (333 - 298) \text{ K}$$

$$= 168.973,0669 \text{ kal}$$

$$= 706,9833 \text{ kJ}$$

g. *Corn strach*

- Data-data  $C_p$  (kapasitas panas) untuk perhitungan entalpi keluar pada suhu 60°C:

➤ Protein

$$\begin{aligned}
&= \int_{25}^{60} 2,0082 + 1,2089 \times 10^{-3} T - 1,3129 \times 10^{-6} T^2 \\
&= 2,0082 (60 - 25) + \frac{1,2089 \cdot 10^{-3}}{2} (60^2 - 25^2) - \frac{1,3129 \cdot 10^{-6}}{3} (60^3 - 25^3) \\
&= (70,2870 + 1,7982 - 0,0877) \text{ kJ/kg} \\
&= 71,9975 \text{ kJ/kg}
\end{aligned}$$

➤ Lemak

$$\begin{aligned}
&= \int_{25}^{60} 1,9842 + 1,4733 \times 10^{-3} T - 4,8008 \times 10^{-6} T^2 \\
&= 1,9842 (60 - 25) + \frac{1,4733 \cdot 10^{-3}}{2} (60^2 - 25^2) - \frac{4,8008 \cdot 10^{-6}}{3} (60^3 - 25^3) \\
&= (69,4470 + 2,1915 - 0,3207) \text{ kJ/kg} \\
&= 71,3178 \text{ kJ/kg}
\end{aligned}$$

➤ Karbohidrat

$$\begin{aligned}
&= \int_{25}^{60} 1,5488 \times T + 1,9625 \times 10^{-3} T - 5,9399 \times 10^{-6} T^2 \\
&= 1,5488 (60 - 25) + \frac{1,9625 \cdot 10^{-3}}{2} (60^2 - 25^2) - \frac{5,9399 \cdot 10^{-6}}{3} (60^3 - 25^3) \\
&= (54,2080 + 2,9192 - 0,3967) \text{ kJ/kg} \\
&= 56,7305 \text{ kJ/kg}
\end{aligned}$$

➤ Air

$$\begin{aligned}
&= \int_{25}^{60} 4,1762 \times T + 9,0864 \times 10^{-5} T - 5,4731 \times 10^{-6} T^2 \\
&= 4,1762 (60 - 25) + \frac{9,0864 \cdot 10^{-5}}{2} (60^2 - 25^2) - \frac{5,4731 \cdot 10^{-6}}{3} (60^3 - 25^3)
\end{aligned}$$

$$= (146,1670 + 0,1352 - 0,3656) \text{ kJ/kg}$$

$$= 145,9366 \text{ kJ/kg}$$

- Kalsium =  $25,929 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} \times (333-298)\text{K} = 907,5150 \text{ kJ/kg}$
- Fosfor =  $23,824 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} \times (333-298)\text{K} = 833,8400 \text{ kJ/kg}$
- Besi dan komponen lain =  $25,10 \text{ J/mol} \cdot \text{K} \times (333-298)\text{K} = 878,5 \text{ kJ/kg}$

• Perhitungan  $\Delta H$  setiap komposisi *corn starch*:

- Protein =  $m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 13,5447 \text{ kg} \times 71,9975 \text{ kJ/kg} = 975,1845 \text{ kJ}$
- Lemak =  $m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 4,5149 \text{ kg} \times 71,3178 \text{ kJ/kg} = 321,9927 \text{ kJ}$
- Karbohidrat =  $m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 133,3632 \text{ kg} \times 56,7305 \text{ kJ/kg} = 7.565,7610 \text{ kJ}$
- Kalsium =  $m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 0,0104 \text{ kg} \times 907,5150 \text{ kJ/kg} = 9,4382 \text{ kJ}$
- Fosfor =  $m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 0,2848 \text{ kg} \times 833,8400 \text{ kJ/kg} = 237,4776 \text{ kJ}$
- Air =  $m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 20,8380 \text{ kg} \times 145,9366 \text{ kJ/kg} = 3.041,0269 \text{ kJ}$
- Komponen lain =  $m \cdot \int C_p \cdot dT$   
 $= 1,0940 \text{ kg} \times 878,5 \text{ kJ/kg} = 961,0790 \text{ kJ}$

Komposisi	Persentase	Jumlah (kg)	$\Delta H$ (kJ)
Protein	7,8000	13,5447	975,1845
Lemak	2,6000	4,5149	321,9927
Karbohidrat	76,800	133,3632	7.565,7610
Kalsium	0,0060	0,0104	9,4382
Fosfor	0,1640	0,2848	237,4776
Air	12,00	20,8380	3.041,0269
Besi dan komponen lain	0,63	1,0940	961,0790

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{out}} &= (975,1845 + 321,9927 + 7.565,7610 + 9,4382 + 237,4776 + \\
 &\quad 3.041,0269 + 961,0790) \text{ kJ} \\
 &= 13.111,9599 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

h. *Talc*

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{out}} &= m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}}) \\
 &= \frac{1.111,3600 \text{ kg}}{0,75848 \text{ kg/mol}} \times 678,9110 \text{ J/mol.K} \times (333-298) \text{ K} \\
 &= 34.817.013,6500 \text{ kal} \\
 &= 145.674,3851 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

i. *Essential oil*

$C_p$  *Essential oil* (lavender) diasumsi sama dengan  $C_p$  air karena hampir sebagian besar komponennya berupa air.

$C_p$  air pada suhu  $60^\circ\text{C} = 1,0001 \text{ kal/g.}^\circ\text{C}$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{out}} &= m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}}) \\
 &= 17,3650 \text{ kg} \times 1,0001 \text{ kal/g.}^\circ\text{C} \times (60 - 25) ^\circ\text{C} \\
 &= 17365 \text{ g} \times 1,0001 \text{ kal/g.}^\circ\text{C} \times 35 ^\circ\text{C} \\
 &= 607.835,7775 \text{ kal} \\
 &= 2.543,1849 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

j. Pewarna *Red Iron Oxide* 7080

$$\begin{aligned}Q_{\text{out}} &= m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}}) \\&= 28,6523 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (333-298) \text{ K} \\&= 593.269,3091 \text{ kal} \\&= 2.482,2388 \text{ kJ}\end{aligned}$$

h. Pewarna *Yellow Iron Oxide* C33-7733

$$\begin{aligned}Q_{\text{out}} &= m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}}) \\&= 28,6523 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (333-298) \text{ K} \\&= 593.269,3091 \text{ kal} \\&= 2.482,2388 \text{ kJ}\end{aligned}$$

k. Pewarna *Black Iron Oxide* C33-5136

$$\begin{aligned}Q_{\text{out}} &= m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}}) \\&= 2,2575 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (333-298) \text{ K} \\&= 46.743,3841 \text{ kal} \\&= 195,5743 \text{ kJ}\end{aligned}$$

l. Pewarna *Brown Iron Oxide* C33-5136

$$\begin{aligned}Q_{\text{out}} &= m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}}) \\&= 4,6886 \text{ kg} \times 591,5948 \text{ kJ/kg.K} \times (333-298) \text{ K} \\&= 97.081,2983 \text{ kal} \\&= 406,1882 \text{ kJ}\end{aligned}$$

m. *Methyl paraben*

$$\begin{aligned}Q_{\text{out}} &= m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}}) \\&= \frac{3,4730 \text{ kg}}{0,152 \text{ kg/mol}} \times 44,8 \text{ kal/mol.K} \times (333-298) \text{ K}\end{aligned}$$



$$= 35.826,7368 \text{ kal}$$

$$= 149,8991 \text{ kJ}$$

n. *Prophyl paraben*

$$Q_{\text{out}} = m \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{ref}})$$

$$= \frac{1,7365 \text{ kg}}{0,18 \text{ kg/mol}} \text{ kg} \times 57,6 \text{ kal/mol.K} \times (333-298) \text{ K}$$

$$= 19.448,8000 \text{ kal}$$

$$= 81,3738 \text{ kJ}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{out total}} = & (1.597,8912 + 254,8964 + 18.098,0371 + 1.524,3522 + \\ & 1.711,7717 + 706,9833 + 13.111,9599 + 145.674,3851 + \\ & 2.543,1849 + 2.482,2388 + 2.482,2388 + 195,5743 + 406,1882 + \\ & 149,8991 + 81,3738) \text{ kJ} = 191.020,9748 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Diasumsikan  $Q_{\text{loss}} = 5\% Q_{\text{supply}}$

Panas masuk = panas keluar

$Q_{\text{in bahan}} + Q_{\text{supply}} = Q_{\text{out bahan}} + Q_{\text{loss}}$

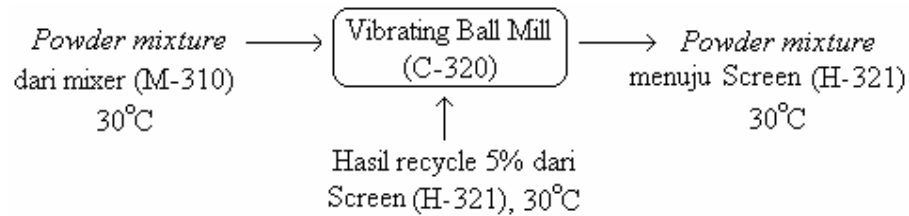
$25.010,2002 \text{ kJ} + Q_{\text{supply}} = 191.020,9748 \text{ kJ} + 0,05 Q_{\text{supply}}$

$0,95 Q_{\text{supply}} = (191.020,9748 - 25.010,2002) \text{ kJ}$

$Q_{\text{supply}} = 166.010,7746 \text{ kJ}$

$Q_{\text{loss}} = 8.300,53873 \text{ kJ}$

### 33. *Vibrating Ball Mill (C-320)*



Semua bahan masuk tidak pada suhu 45°C tetapi pada suhu 30°C karena dianggap selama perjalanan *powder mixture* kehilangan panas.

#### Masuk

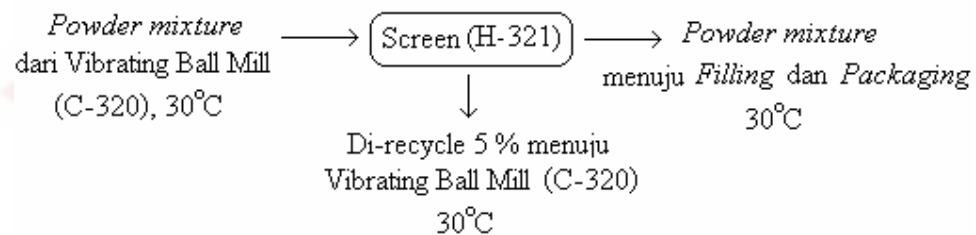
*Powder mixture* dari mixer (M-310) = 31.085,0044 kJ

$$\begin{aligned} \text{Powder mixture dari screen (H-321)} &= \frac{5}{95} \times 31.085,0044 \text{ kJ} \\ &= 1.636,0529 \text{ kJ} \end{aligned}$$

#### Keluar

*Powder mixture* menuju screen (H-321) = 32.721,0573 kJ

### **34. Screen (H-321)**



#### Masuk

*Powder mixture* dari vibrating ball mill (C-320) = 32.721,0573 kJ

#### Keluar

*Powder mixture* menuju filling dan packaging = 31.085,0044 kJ

$$\text{Powder mixture menuju vibrating ball mill (C-320)} = \frac{5}{95} \times 31.085,0044 \text{ kJ}$$

$$= 1.636,0529 \text{ kJ}$$



## APPENDIX C

### SPESIFIKASI ALAT

#### C.1. *Warehouse*

Fungsi : Untuk menampung bahan baku yang berbentuk padatan

Tipe : Gedung dengan konstruksi beton yang dilengkapi ventilator.

Dasar Pemilihan: Cocok untuk menampung material yang dikemas dengan karung, biaya *maintenance* murah.

Kondisi operasi :

$P_{\text{operasi}}$  = 1 atm

$T_{\text{operasi}}$  = 30°C

Waktu Penyimpanan = 40 hari kerja (2 bulan)

$\rho_{\text{bulk talc}}$  = 2700  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$$\begin{aligned}\text{Volume talc} &= \frac{\text{Kapasitas}}{\text{Densitas}} \\ &= \frac{44.454,4 \text{ kg}}{2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \\ &= 16,4613 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Untuk bahan – bahan tambahan disimpan dalam *warehouse* dengan volume sebagai berikut :

Bahan baku lain	Massa (kg)	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	Volume perhari (m <sup>3</sup> )	Volume untuk 40 hari (m <sup>3</sup> )
<i>Magnesium stearate</i>	26,0475	2950	0,0088	0,3520
<i>Magnesium carbonate</i>	8,6825	2437	0,0036	0,1440
<i>Titanium dioxide</i>	173,6500	4230	0,0411	1,6440
<i>Zinc oxide</i>	86,8250	5670	0,0153	0,6120
Kaolin	52,0950	2690	0,0194	0,7760
Asam salisilat	17,3650	1440	0,0121	0,4840
<i>Starch</i>	173,6500	2950	0,0589	2,3560
<i>Prophyl paraben</i>	1,7365	1063	0,0016	0,0640
<i>Methyl paraben</i>	3,4730	1360	0,0026	0,1040
<i>Red iron oxide</i>	28,6523	580	0,0494	1,9760
<i>Yellow iron oxide</i>	28,6523	580	0,0494	1,9760
<i>Black iron oxide</i>	2,2575	890	0,0025	0,1000
<i>Brown iron oxide</i>	4,6886	510	0,0092	0,3680
<b>Total volume bahan-bahan lain untuk 40 hari kerja</b>				10,9560

$$\begin{aligned}
 \text{Total volume material} &= \text{volume Talc} + \text{volume material lain} \\
 &= (16,4613 + 10,9560) \\
 &= 27,4173 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Asumsi : Faktor keamanan = 1,5

$$\text{Volume storage} = 1,5 \cdot \text{total volume bahan}$$

$$\text{Volume storage} = 1,5 \cdot 27,4173 \text{ m}^3 = 41,1260 \text{ m}^3$$

Ditetapkan:

$$\text{Tinggi} = 5 \text{ m}$$

$$\text{Luas} = \frac{\text{Volume storage}}{\text{Tinggi}}$$

$$= 41,1260 / 5 = 8,2252 \text{ m}^2$$

$$\text{Panjang} = 2 \cdot \text{Lebar}$$

$$\text{Luas storage} = P \cdot L$$

$$8,2252 \text{ m}^3 = 2 \cdot L \cdot L$$

$$L (\text{Lebar}) = \sqrt{(8,2252 / 2)} = 2,0280 \text{ m} \approx 2 \text{ m}$$

$$\text{Panjang} = 2 \times L$$

$$= 2 \times 2,0280 = 4,0560 \text{ m} \approx 4 \text{ m}$$

#### SPESIFIKASI:

- Nama = *Warehouse*
- Kapasitas = 23.442,7504 kg
- Tipe = gedung dengan konstruksi beton
- Panjang = 4 m
- Lebar = 2 m
- Tinggi = 5 m
- Jumlah = 1 buah

#### **C.2. *Vibrating Ball Mill Magnesium Stearate* [14] (C-110)**

Fungsi : Menghancurkan *magnesium stearate*

Tipe : Ball Mill

Dasar Pemilihan : Cocok untuk penggilingan material yang mudah untuk dihancurkan sampai menjadi *powder*

Kapasitas : 27,4184 kg = 60,4466 lb



*Sphere* yang digunakan terbuat dari *chrome steel* dengan diameter 12 mm dan densitas 7,85 g/cm<sup>3</sup>.

Data dari [14] hal 20-39:

Kapasitas (lb)	Daya (HP)	Diameter mill (in)
3-5	$\frac{1}{3}$	24
20-60	$1\frac{1}{4}$	30
100-400	3	45
200-800	10	60
3000	40	80

Dengan interpolasi didapatkan:

Daya yang diperlukan adalah 1,25 HP

Diameter mill = 30 in = 76,2 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Volume mill} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\
 &= \left( \frac{4}{3} \times 3,14 \times (0,5 \times 76,2)^3 \right) \\
 &= 231.549,2143 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1 sphere} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\
 &= \left( \frac{4}{3} \times 3,14 \times 6^3 \right) \\
 &= 904,3200 \text{ mm}^3 \\
 &= 0,9043 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume magnesium stearate} &= \frac{\text{massa}}{\rho_{\text{bulk}}} \\
 &= \frac{27,4184 \text{ kg}}{2.950 \text{ kg/m}^3} = 9.294,3729 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Volume mill yang ditempati oleh *sphere* dan *magnesium stearate*

$$= 0,75 \times 231.549,2143 \text{ cm}^3$$

$$= 173.661,9107 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah sphere yang digunakan} &= \frac{173.661,9107 \text{ cm}^3 - 9.294,3729 \text{ cm}^3}{0,9043 \text{ cm}^3} \\ &= 181.762 \text{ buah}\end{aligned}$$

### SPESIFIKASI

Nama	: <i>Ball mill Magnesium Stearate</i>
Tipe	: <i>Vibrating ball mill</i>
Kapasitas	: 27,4184 kg
Diameter mill	: 30 in
Daya yang diperlukan	: 1,25 HP
Jumlah <i>sphere</i>	: 181.762 buah
Bahan konstruksi	: <i>carbon steel</i>
Jumlah	: 1

### **C.3. Vibrating Screen Magnesium Stearate (H-111)**

Fungsi : Memisahkan hancuran *magnesium stearate* yang berukuran 200 mesh dari padatan yang lebih besar dari 200 mesh.

Tipe : *Vibrating Screen single deck*

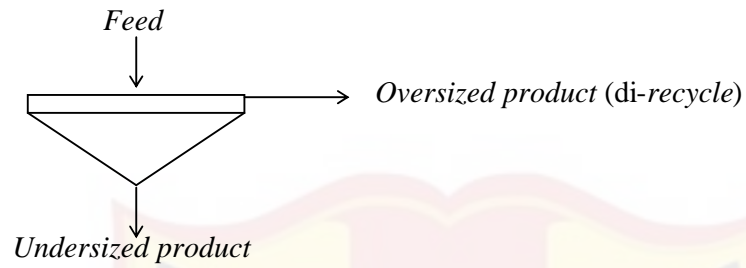
Dasar pemilihan : Dapat digunakan untuk fase *solid*

Kondisi operasi :  $T = 30^{\circ}\text{C}$

$P = 1 \text{ atm}$

Waktu pengayakan = 15 menit

Kapasitas : 27,4184 kg/batch = 109,6736 kg/jam = 0,1097 ton/jam



Perancangan:

### Menghitung Luas Ayakan

Luas ayakan dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s}$$

Dengan:

A : Luas ayakan (ft<sup>2</sup>)

C<sub>t</sub> : kapasitas (ton/ jam)

C<sub>u</sub> : kapasitas unit

$$F_{oa} : \text{faktor bukaan area} = 100 \times \left\{ \frac{a}{(a+d)} \right\}^2 \quad [14], \text{ fig.12-16, pers. 21-3}$$

F<sub>s</sub> : faktor slot area

Data-data:

$$C_t = 27,4184 \text{ kg/batch} = 109,6736 \text{ kg/jam} = 0,1097 \text{ ton/jam}$$

$$C_u = 0,25 \frac{\text{ton}}{\text{jam} \cdot \text{ft}^2} \quad [14], \text{ fig. 21-15}$$

$$F_s = 1,0$$

$$a = \text{bukaan bersih} = 0,0029 \text{ in}$$

$$d = \text{diameter kawat} = 0,0021 \text{ in}$$

Menentukan Foa:

$$F_{oa} = 100 \times \left\{ \frac{0,0029}{(0,0029 + 0,0021)} \right\}^2 = 0,3364$$

Menentukan luas ayakan:

$$A = \frac{0,4 \times C_i}{C_u \times F_{oa} \times F_s} = \frac{0,4 \times 0,1097}{0,25 \times 0,3364 \times 1,0} = 0,5216 \text{ ft}^2 = 0,0485 \text{ m}^2$$

Dari Peter & Timmerhaus, edisi 4, Grafik 14-88, hal 567 dipilih ayakan dengan daya = 0,5 hp.

#### SPESIFIKASI

Nama	: <i>Vibrating Screen Magnesium Stearate</i>
Tipe	: <i>Vibrating Screen single deck</i>
Kapasitas	: 27,4184 kg/batch
Luas ayakan	: 0,0485 m <sup>2</sup>
Daya yang diperlukan	: 0,5 HP
Bahan konstruksi	: <i>carbon steel</i>
Jumlah	: 1

#### **C.4. *Vibrating Ball Mill Magnesium Carbonate* [10] (C-120)**

Fungsi : Menghancurkan *magnesium carbonate*

Tipe : Ball Mill

Dasar Pemilihan : Cocok untuk penggilingan material yang mudah untuk dihancurkan sampai menjadi *powder*

Kapasitas : 9,1395 kg = 20,1489 lb

*Sphere* yang digunakan terbuat dari *chrome steel* dengan diameter 12 mm dan densitas 7,85 g/cm<sup>3</sup>.

Data dari [14] hal 20-39:

Kapasitas (lb)	Daya (HP)	Diameter mill (in)
3-5	$\frac{1}{3}$	24
20-60	$1\frac{1}{4}$	30
100-400	3	45
200-800	10	60
3000	40	80

Daya yang diperlukan adalah 1,25 HP

Diameter mill = 30 in = 76,2 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Volume mill} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\
 &= \left(\frac{4}{3} \times 3,14 \times (0,5 \times 76,2)^3\right) \\
 &= 231.549,2143 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1 sphere} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\
 &= \left(\frac{4}{3} \times 3,14 \times 6^3\right) \\
 &= 904,3200 \text{ mm}^3 \\
 &= 0,9043 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume magnesium carbonate} &= \frac{\text{massa}}{\rho_{\text{bulk}}} \\
 &= \frac{9,1395 \text{ kg}}{2.437 \text{ kg} / \text{m}^3} = 3.750,3078 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Volume mill yang ditempati oleh *sphere* dan *magnesium carbonate*

$$\begin{aligned}
 &= 0,75 \times 231.549,2143 \text{ cm}^3 \\
 &= 173.661,9107 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\text{Jumlah sphere yang digunakan} &= \frac{173.661,9107 \text{ cm}^3 - 3.750,3078 \text{ cm}^3}{0,9043 \text{ cm}^3} \\ &= 187.893 \text{ buah}\end{aligned}$$

#### SPESIFIKASI

Nama	: <i>Ball mill Magnesium Carbonate</i>
Tipe	: <i>Vibrating ball mill</i>
Kapasitas	: 9,1395 kg
Diameter mill	: 24 in
Daya yang diperlukan	: 0,3 HP
Jumlah <i>sphere</i>	: 187.893 buah
Bahan konstruksi	: <i>carbon steel</i>
Jumlah	: 1

#### **C.5. Vibrating Screen Magnesium Carbonate (H-121)**

Fungsi : Memisahkan hancuran *magnesium carbonate* yang berukuran 200 mesh dari padatan yang lebih besar dari 200 mesh.

Tipe : *Vibrating screen single deck*

Dasar pemilihan : Dapat digunakan untuk fase *solid*

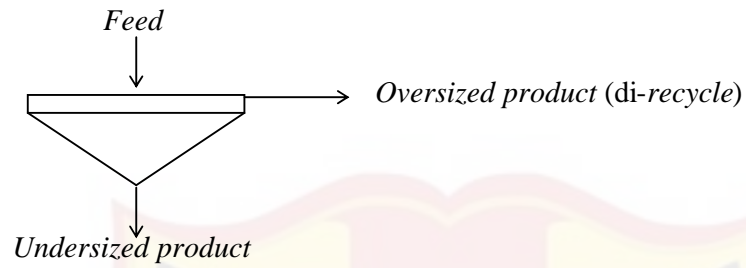
Kondisi operasi :  $T = 30^{\circ}\text{C}$

$P = 1 \text{ atm}$

Waktu pengayakan = 15 menit

Kapasitas :  $9,1395 \text{ kg/batch} = 36,5580 \text{ kg/jam} = 0,0366 \text{ ton/jam}$





Perancangan:

### Menghitung Luas Ayakan

Luas ayakan dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s}$$

Dengan:

A : Luas ayakan (ft<sup>2</sup>)

C<sub>t</sub> : kapasitas (ton/ jam)

C<sub>u</sub> : kapasitas unit

$$F_{oa} : \text{faktor bukaan area} = 100 \times \left\{ \frac{a}{(a + d)} \right\}^2 \quad [14], \text{fig.12-16, pers. 21-3}$$

F<sub>s</sub> : faktor slot area

Data-data:

$$C_t = 9,1395 \text{ kg/batch} = 36,5580 \text{ kg/jam} = 0,0366 \text{ ton/jam}$$

$$C_u = 0,25 \frac{\text{ton}}{\text{jam} \cdot \text{ft}^2}$$

[14] fig. 21-15

$$F_s = 1,0$$

$$a = \text{bukaan bersih} = 0,0029 \text{ in}$$

$$d = \text{diameter kawat} = 0,0021 \text{ in}$$

Menentukan Foa:

$$F_{oa} = 100 \times \left\{ \frac{0,0029}{(0,0029 + 0,0021)} \right\}^2 = 0,3364$$

Menentukan luas ayakan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s} = \frac{0,4 \times 0,0366}{0,25 \times 0,3364 \times 1,0} = 0,1739 \text{ ft}^2 = 0,0162 \text{ m}^2$$

Dari Peter & Timmerhaus, edisi 4, Grafik 14-88, hal 567 dipilih ayakan dengan daya = 0,5 hp.

#### SPESIFIKASI

Nama	: <i>Vibrating Screen Magnesium Carbonate</i>
Tipe	: <i>Vibrating Screen single deck</i>
Kapasitas	: 9,1395 kg/batch
Luas ayakan	: 0,0162 m <sup>2</sup>
Daya yang diperlukan	: 0,5 HP
Bahan konstruksi	: <i>carbon steel</i>
Jumlah	: 1

#### **C.6. *Vibrating Ball Mill Titanium Dioxide* [10] (C-130)**

Fungsi : Menghancurkan *titanium dioxide*

Tipe : Ball Mill

Dasar Pemilihan : Cocok untuk penggilingan material yang mudah untuk dihancurkan sampai menjadi *powder*

Kapasitas : 182,7895 kg = 402,9778 lb

*Sphere* yang digunakan terbuat dari *chrome steel* dengan diameter 12 mm

dan densitas 7,85 g/cm<sup>3</sup>

Data dari [14] hal 20-39:

Kapasitas (lb)	Daya (HP)	Diameter mill (in)
3-5	$\frac{1}{3}$	24
20-60	$1\frac{1}{4}$	30
100-400	3	45
200-800	10	60
3000	40	80

Dengan interpolasi didapatkan:

Daya yang diperlukan adalah 10 HP

Diameter mill = 60 in = 152,4 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Volume mill} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\
 &= \left(\frac{4}{3} \times 3,14 \times (0,5 \times 152,4)^3\right) \\
 &= 1.852.393,7150 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1 sphere} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\
 &= \left(\frac{4}{3} \times 3,14 \times 6^3\right) \\
 &= 904,3200 \text{ mm}^3 \\
 &= 0,9043 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume titanium dioxide} &= \frac{\text{massa}}{\rho_{\text{bulk}}} \\
 &= \frac{182,7895 \text{ kg}}{4.230 \text{ kg/m}^3} = 43.212,6478 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Volume mill yang ditempati oleh *sphere* dan *titanium dioxide*

$$= 0,75 \times 1.852.393,7150 \text{ cm}^3$$

$$= 1.389.295,2860 \text{ cm}^3$$

Jumlah *sphere* yang digunakan

$$= \frac{1.389.295,2860 \text{ cm}^3 - 43.212,6478 \text{ cm}^3}{0,9043 \text{ cm}^3} = 1.488.535 \text{ buah}$$

#### SPESIFIKASI

Nama : *Ball mill Titanium Dioxide*

Tipe : *Vibrating ball mill*

Kapasitas : 182,7895 kg

Diameter mill : 60 in

Daya yang diperlukan : 10 HP

Jumlah *sphere* : 1.488.535 buah

Bahan konstruksi : *carbon steel*

Jumlah : 1

#### **C.7. Vibrating Screen Titanium Dioxide (H-131)**

Fungsi : Memisahkan hancuran *titanium dioxide* yang berukuran 200 mesh dari padatan yang lebih besar dari 200 mesh.

Tipe : *Vibrating Screen single deck*

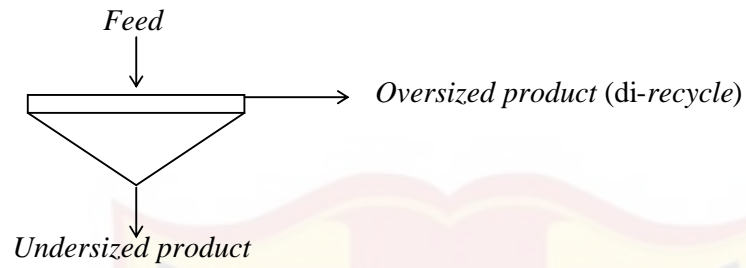
Dasar pemilihan : Dapat digunakan untuk fase *solid*

Kondisi operasi :  $T = 30^{\circ}\text{C}$

$P = 1 \text{ atm}$

Waktu pengayakan = 20 menit

Kapasitas : 182,7895 kg/batch = 548,3685 kg/jam = 0,5484 ton/jam



Perancangan:

### Menghitung Luas Ayakan

Luas ayakan dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s}$$

Dengan:

A : Luas ayakan (ft<sup>2</sup>)

C<sub>t</sub> : kapasitas (ton/ jam)

C<sub>u</sub> : kapasitas unit

$$F_{oa} : \text{faktor bukaan area} = 100 \times \left\{ \frac{a}{(a + d)} \right\}^2 \quad [14] \text{ fig.12-16, pers. 21-3}$$

F<sub>s</sub> : faktor slot area

Data-data:

$$C_t = 182,7895 \text{ kg/batch} = 548,3685 \text{ kg/jam} = 0,5484 \text{ ton/jam}$$

$$C_u = 0,25 \frac{\text{ton}}{\text{jam} \cdot \text{ft}^2} \quad [14], \text{ fig. 21-15}$$

$$F_s = 1,0$$

$$a = \text{bukaan bersih} = 0,0029 \text{ in}$$

$$d = \text{diameter kawat} = 0,0021 \text{ in}$$

Menentukan Foa:

$$F_{oa} = 100 \times \left\{ \frac{0,0029}{(0,0029 + 0,0021)} \right\}^2 = 0,3364$$

Menentukan luas ayakan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s} = \frac{0,4 \times 0,5484}{0,25 \times 0,3364 \times 1,0} = 2,6082 \text{ ft}^2 = 0,2423 \text{ m}^2$$

Dari Peter & Timmerhaus, edisi 4, Grafik 14-88, hal 567 dipilih ayakan dengan daya = 0,5 hp.

#### SPESIFIKASI

Nama : *Vibrating Screen Titanium Dioxide*

Tipe : *Vibrating Screen single deck*

Kapasitas : 182,7895 kg/batch

Luas ayakan : 0,2423 m<sup>2</sup>

Daya yang diperlukan: 0,5 HP

Bahan konstruksi : *carbon steel*

Jumlah : 1

#### **C.8. *Vibrating Ball Mill Zinc Oxide* [10] (C-140)**

Fungsi : Menghancurkan *zinc oxide*

Tipe : Ball Mill

Dasar Pemilihan : Cocok untuk penggilingan material yang mudah untuk dihancurkan sampai menjadi *powder*

Kapasitas : 91,3947 kg = 201,4888 lb



*Sphere* yang digunakan terbuat dari *chrome steel* dengan diameter 12 mm dan densitas 7,85 g/cm<sup>3</sup>.

Data dari [14] hal 20-39:

Kapasitas (lb)	Daya (HP)	Diameter mill (in)
3-5	$1\frac{1}{3}$	24
20-60	$1\frac{1}{4}$	30
100-400	3	45
200-800	10	60
3000	40	80

Daya yang diperlukan adalah 10 HP

Diameter mill = 60 in = 152,4 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Volume mill} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\
 &= (\frac{4}{3} \times 3,14 \times (0,5 \times 152,4)^3) \\
 &= 1.852.393,7150 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1 sphere} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\
 &= (\frac{4}{3} \times 3,14 \times 6^3) \\
 &= 904,3200 \text{ mm}^3 \\
 &= 0,9043 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume zinc oxide} &= \frac{\text{massa}}{\rho_{\text{bulk}}} \\
 &= \frac{91,3947 \text{ kg}}{5.670 \text{ kg/m}^3} = 16.118,9947 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Volume mill yang ditempati oleh *sphere* dan *zinc oxide*

$$\begin{aligned}
 &= 0,75 \times 1.852.393,7150 \text{ cm}^3 \\
 &= 1.389.295,2860 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah sphere yang digunakan} = \frac{1.389.295,2860 \text{ cm}^3 - 16.118,9947 \text{ cm}^3}{0,9043 \text{ cm}^3}$$

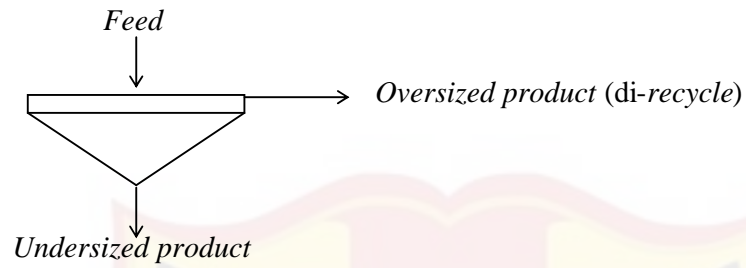
$$= 1.518.496 \text{ buah}$$

#### SPEKIFIKASI

Nama	: <i>Ball mill Zinc Oxide</i>
Tipe	: <i>Vibrating ball mill</i>
Kapasitas	: 91,3947 kg
Diameter mill	: 60 in
Daya yang diperlukan	: 10 HP
Jumlah <i>sphere</i>	: 1.518.496 buah
Bahan konstruksi	: <i>carbon steel</i>
Jumlah	: 1

#### **C.9. Vibrating Screen Zinc Oxide (H-141)**

Fungsi	: Memisahkan hancuran <i>zinc oxide</i> yang berukuran 200 mesh dari padatan yang lebih besar dari 200 mesh.
Tipe	: <i>Vibrating Screen single deck</i>
Dasar pemilihan	: Dapat digunakan untuk fase <i>solid</i>
Kondisi operasi	: T = 30°C
	P = 1 atm
	Waktu pengayakan = 15 menit
Kapasitas	: 91,3947 kg/batch = 365,5788 kg/jam = 0,3656 ton/jam



Perancangan:

### Menghitung Luas Ayakan

Luas ayakan dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s}$$

Dengan:

A : Luas ayakan (ft<sup>2</sup>)

C<sub>t</sub> : kapasitas (ton/ jam)

C<sub>u</sub> : kapasitas unit

$$F_{oa} : \text{faktor bukaan area} = 100 \times \left\{ \frac{a}{(a+d)} \right\}^2 \quad [14], \text{fig.12-16, pers. 21-3}$$

F<sub>s</sub> : faktor slot area

Data-data:

$$C_t = 91,3947 \text{ kg/batch} = 365,5788 \text{ kg/jam} = 0,3656 \text{ ton/jam}$$

$$C_u = 0,25 \frac{\text{ton}}{\text{jam} \cdot \text{ft}^2} \quad [14], \text{fig. 21-15}$$

$$F_s = 1,0$$

$$a = \text{bukaan bersih} = 0,0029 \text{ in}$$

$$d = \text{diameter kawat} = 0,0021 \text{ in}$$

Menentukan Foa:

$$F_{oa} = 100 \times \left\{ \frac{0,0029}{(0,0029 + 0,0021)} \right\}^2 = 0,3364$$

Menentukan luas ayakan:

$$A = \frac{0,4 \times C_i}{C_u \times F_{oa} \times F_s} = \frac{0,4 \times 0,3656}{0,25 \times 0,3364 \times 1,0} = 1,7388 \text{ ft}^2 = 0,1615 \text{ m}^2$$

Dari Peter & Timmerhaus, edisi 4, Grafik 14-88, hal 567 dipilih ayakan dengan daya = 0,5 hp.

#### SPESIFIKASI

Nama : *Vibrating Screen Zinc Oxide*

Tipe : *Vibrating Screen single deck*

Kapasitas : 91,3947 kg/batch

Luas ayakan : 0,1615 m<sup>2</sup>

Daya yang diperlukan : 0,5 HP

Bahan konstruksi : *carbon steel*

Jumlah : 1

#### **C.10. *Vibrating Ball Mill Kaolin* [10] (C-150)**

Fungsi : Menghancurkan kaolin

Tipe : Ball Mill

Dasar Pemilihan : Cocok untuk penggilingan material yang mudah untuk dihancurkan sampai menjadi *powder*

Kapasitas : 54,8368 kg = 120,8932 lb

*Sphere* yang digunakan terbuat dari *chrome steel* dengan diameter 12 mm dan densitas 7,85 g/cm<sup>3</sup>.

Data dari [14] hal 20-39:

Kapasitas (lb)	Daya (HP)	Diameter mill (in)
3-5	$1\frac{1}{3}$	24
20-60	$1\frac{1}{4}$	30
100-400	3	45
200-800	10	60
3000	40	80

Daya yang diperlukan adalah 3 HP

Diameter mill = 45 in = 114,3 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Volume mill} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\
 &= (\frac{4}{3} \times 3,14 \times (0,5 \times 114,3)^3) \\
 &= 781.478,5983 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1 sphere} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\
 &= (\frac{4}{3} \times 3,14 \times 6^3) \\
 &= 904,3200 \text{ mm}^3 \\
 &= 0,9043 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume kaolin} &= \frac{\text{massa}}{\rho_{\text{bulk}}} \\
 &= \frac{54,8368 \text{ kg}}{2.690 \text{ kg/m}^3} = 20.385,4275 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Volume mill yang ditempati oleh *sphere* dan kaolin

$$\begin{aligned}
 &= 0,75 \times 781.478,5983 \text{ cm}^3 \\
 &= 586.108,9487 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah sphere yang digunakan} &= \frac{586.108,9487 \text{ cm}^3 - 20.385,4275 \text{ cm}^3}{0,9043 \text{ cm}^3} \\ &= 625.593 \text{ buah}\end{aligned}$$

#### SPESIFIKASI

Nama	: <i>Ball mill</i> Kaolin
Tipe	: <i>Vibrating ball mill</i>
Kapasitas	: 54,8368 kg
Diameter mill	: 45 in
Daya yang diperlukan	: 3 HP
Jumlah sphere	: 625.593 buah
Bahan konstruksi	: <i>carbon steel</i>
Jumlah	: 1

#### **C.11. *Vibrating Screen* kaolin (H-151)**

Fungsi : Memisahkan hancuran kaolin yang berukuran 200 mesh dari padatan yang lebih besar dari 200 mesh.

Tipe : *Vibrating Screen single deck*

Dasar pemilihan : Dapat digunakan untuk fase *solid*

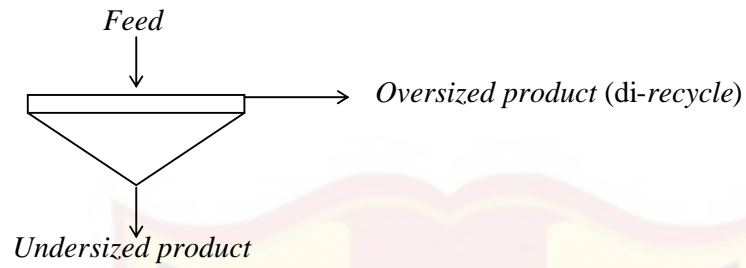
Kondisi operasi :  $T = 30^{\circ}\text{C}$

$P = 1 \text{ atm}$

Waktu pengayakan = 15 menit

Kapasitas :  $54,8368 \text{ kg/batch} = 219,3472 \text{ kg/jam} = 0,2193 \text{ ton/jam}$





Perancangan:

### Menghitung Luas Ayakan

Luas ayakan dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s}$$

Dengan:

A : Luas ayakan (ft<sup>2</sup>)

C<sub>t</sub> : kapasitas (ton/ jam)

C<sub>u</sub> : kapasitas unit

$$F_{oa} : \text{faktor bukaan area} = 100 \times \left\{ \frac{a}{(a+d)} \right\}^2 \quad [14], \text{fig.12-16, pers. 21-3}$$

F<sub>s</sub> : faktor slot area

Data-data:

$$C_t = 54,8368 \text{ kg/batch} = 219,3472 \text{ kg/jam} = 0,2193 \text{ ton/jam}$$

$$C_u = 0,25 \frac{\text{ton}}{\text{jam} \cdot \text{ft}^2} \quad [14], \text{fig. 21-15}$$

$$F_s = 1,0$$

$$a = \text{bukaan bersih} = 0,0029 \text{ in}$$

$$d = \text{diameter kawat} = 0,0021 \text{ in}$$

Menentukan Foa:

$$F_{oa} = 100 \times \left\{ \frac{0,0029}{(0,0029 + 0,0021)} \right\}^2 = 0,3364$$

Menentukan luas ayakan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s} = \frac{0,4 \times 0,2193}{0,25 \times 0,3364 \times 1,0} = 1,0433 \text{ ft}^2 = 0,0969 \text{ m}^2$$

Dari Peter & Timmerhaus, edisi 4, Grafik 14-88, hal 567 dipilih ayakan dengan daya = 0,5 hp.

#### SPESIFIKASI

Nama	: <i>Vibrating Screen Kaolin</i>
Tipe	: <i>Vibrating Screen single deck</i>
Kapasitas	: 54,8368 kg/batch
Luas ayakan	: 0,0969 m <sup>2</sup>
Daya yang diperlukan	: 0,5 HP
Bahan konstruksi	: <i>carbon steel</i>
Jumlah	: 1

#### **C.12. *Vibrating Ball Mill* Asam salisilat [10] (C-160)**

Fungsi : Menghancurkan asam salisilat

Tipe : Ball Mill

Dasar Pemilihan : Cocok untuk penggilingan material yang mudah untuk dihancurkan sampai menjadi *powder*

Kapasitas : 18,2789 kg = 40,2977 lb

*Sphere* yang digunakan terbuat dari *chrome steel* dengan diameter 12 mm dan densitas 7,85 g/cm<sup>3</sup>.

Data dari [14] hal 20-39:

Kapasitas (lb)	Daya (HP)	Diameter mill (in)
3-5	$\frac{1}{3}$	24
20-60	$1\frac{1}{4}$	30
100-400	3	45
200-800	10	60
3000	40	80

Dengan interpolasi didapatkan:

Daya yang diperlukan adalah 1,25 HP

Diameter mill = 30 in = 76,2 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Volume mill} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\
 &= \left( \frac{4}{3} \times 3,14 \times (0,5 \times 76,2)^3 \right) \\
 &= 231.549,2143 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1 sphere} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\
 &= \left( \frac{4}{3} \times 3,14 \times 6^3 \right) \\
 &= 904,3200 \text{ mm}^3 \\
 &= 0,9043 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume asam salisilat} &= \frac{\text{massa}}{\rho_{\text{bulk}}} \\
 &= \frac{18,2789 \text{ kg}}{1.440 \text{ kg/m}^3} = 12.693,6806 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Volume mill yang ditempati oleh *sphere* dan asam salisilat

$$= 0,75 \times 231.549,2143 \text{ cm}^3$$

$$= 173.661,9107 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah sphere yang digunakan} &= \frac{173.661,9107 \text{ cm}^3 - 12.693,6808 \text{ cm}^3}{0,9043 \text{ cm}^3} \\ &= 178.003 \text{ buah}\end{aligned}$$

#### SPESIFIKASI

Nama	: <i>Ball mill</i> Asam salisilat
Tipe	: <i>Vibrating ball mill</i>
Kapasitas	: 18,2789 kg
Diameter mill	: 30 in
Daya yang diperlukan	: 1,25 HP
Jumlah sphere	: 178.003 buah
Bahan konstruksi	: <i>carbon steel</i>
Jumlah	: 1

#### **C.13. *Vibrating Screen* Asam Salisilat (H-161)**

Fungsi : Memisahkan hancuran asam salisilat yang berukuran 200 mesh dari padatan yang lebih besar dari 200 mesh.

Tipe : *Vibrating Screen single deck*

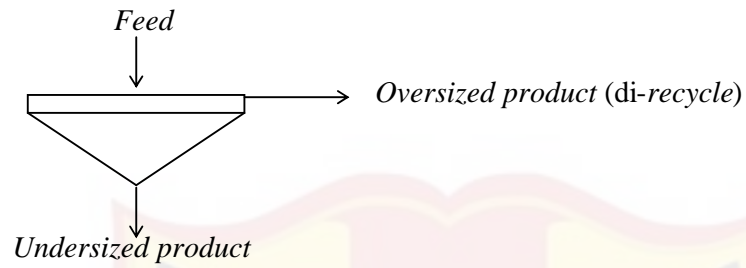
Dasar pemilihan : Dapat digunakan untuk fase *solid*

Kondisi operasi :  $T = 30^{\circ}\text{C}$

$P = 1 \text{ atm}$

Waktu pengayakan = 15 menit

Kapasitas :  $18,2789 \text{ kg/batch} = 73,1156 \text{ kg/jam} = 0,0731 \text{ ton/jam}$



Perancangan:

### Menghitung Luas Ayakan

Luas ayakan dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s}$$

Dengan:

A: Luas ayakan (ft<sup>2</sup>)

C<sub>t</sub> : kapasitas (ton/ jam)

C<sub>u</sub> : kapasitas unit

$$F_{oa} : \text{faktor bukaan area} = 100 \times \left\{ \frac{a}{(a+d)} \right\}^2 \quad [14], \text{fig.12-16, pers. 21-3}$$

F<sub>s</sub> : faktor slot area

Data-data:

$$C_t = 18,2789 \text{ kg/batch} = 73,1156 \text{ kg/jam} = 0,0731 \text{ ton/jam}$$

$$C_u = 0,25 \frac{\text{ton}}{\text{jam} \cdot \text{ft}^2} \quad [14], \text{fig. 21-15}$$

$$F_s = 1,0$$

$$a = \text{bukaan bersih} = 0,0029 \text{ in}$$

$$d = \text{diameter kawat} = 0,0021 \text{ in}$$

Menentukan Foa:

$$F_{oa} = 100 \times \left\{ \frac{0,0029}{(0,0029 + 0,0021)} \right\}^2 = 0,3364$$

Menentukan luas ayakan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s} = \frac{0,4 \times 0,0731}{0,25 \times 0,3364 \times 1,0} = 0,3478 \text{ ft}^2 = 0,0323 \text{ m}^2$$

Dari Peter & Timmerhaus, edisi 4, Grafik 14-88, hal 567 dipilih ayakan dengan daya = 0,5 hp.

#### SPESIFIKASI

Nama	: <i>Vibrating Screen Kaolin</i>
Tipe	: <i>Vibrating Screen single deck</i>
Kapasitas	: 18,2789 kg/batch
Luas ayakan	: 0,0323 m <sup>2</sup>
Daya yang diperlukan	: 0,5 HP
Bahan konstruksi	: <i>carbon steel</i>
Jumlah	: 1

#### **C.14. *Vibrating Ball Mill Starch* [10] (C-170)**

Fungsi	: Menghancurkan <i>starch</i>
Tipe	: Ball Mill
Dasar Pemilihan	: Cocok untuk penggilingan material yang mudah untuk dihancurkan sampai menjadi <i>powder</i>
Kapasitas	: 182,7895 kg = 402,9778 lb



*Sphere* yang digunakan terbuat dari *chrome steel* dengan diameter 12 mm dan densitas 7,85 g/cm<sup>3</sup>.

Data dari [14] hal 20-39:

Kapasitas (lb)	Daya (HP)	Diameter mill (in)
3-5	$\frac{1}{3}$	24
20-60	$1\frac{1}{4}$	30
100-400	3	45
200-800	10	60
3000	40	80

Daya yang diperlukan adalah 10 HP

Diameter mill = 60 in = 152,4 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Volume mill} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\
 &= \left(\frac{4}{3} \times 3,14 \times (0,5 \times 152,4)^3\right) \\
 &= 1.852.393,7150 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1 sphere} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\
 &= \left(\frac{4}{3} \times 3,14 \times 6^3\right) \\
 &= 904,3200 \text{ mm}^3 \\
 &= 0,9043 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume starch} &= \frac{\text{massa}}{\rho_{\text{bulk}}} \\
 &= \frac{182,7895 \text{ kg}}{4.980 \text{ kg} / \text{m}^3} = 36.704,7189 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Volume mill yang ditempati oleh *sphere* dan *starch*

$$= 0,75 \times 1.852.393,7150 \text{ cm}^3$$

$$= 1.389.295,2860 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah sphere yang digunakan} &= \frac{1.389.295,2860 \text{ cm}^3 - 36.704,7189 \text{ cm}^3}{0,9043 \text{ cm}^3} \\ &= 1.495.732 \text{ buah}\end{aligned}$$

#### SPESIFIKASI

Nama	: <i>Ball mill Starch</i>
Tipe	: <i>Vibrating ball mill</i>
Kapasitas	: 182,7895 kg
Diameter mill	: 60 in
Daya yang diperlukan	: 10 HP
Jumlah sphere	: 1.495.732 buah
Bahan konstruksi	: <i>carbon steel</i>
Jumlah	: 1

#### **C.15. *Vibrating Screen Starch* (H-171)**

Fungsi : Memisahkan hancuran *starch* yang berukuran 200 mesh dari padatan yang lebih besar dari 200 mesh.

Tipe : *Vibrating Screen single deck*

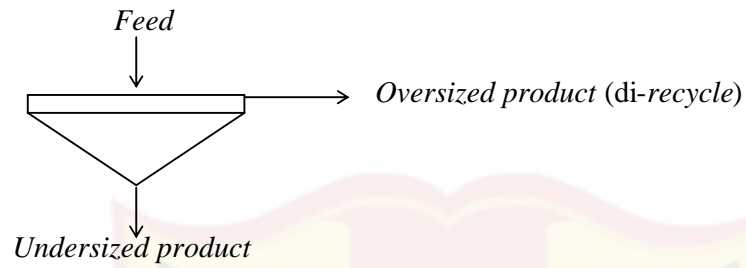
Dasar pemilihan : Dapat digunakan untuk fase *solid*

Kondisi operasi :  $T = 30^{\circ}\text{C}$

$P = 1 \text{ atm}$

Waktu pengayakan = 20 menit

Kapasitas :  $182,7895 \text{ kg/batch} = 548,3685 \text{ kg/jam} = 0,5484 \text{ ton/jam}$



Perancangan:

### Menghitung Luas Ayakan

Luas ayakan dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s}$$

Dengan:

A: Luas ayakan (ft<sup>2</sup>)

C<sub>t</sub> : kapasitas (ton/ jam)

C<sub>u</sub> : kapasitas unit

$$F_{oa} : \text{faktor bukaan area} = 100 \times \left\{ \frac{a}{(a+d)} \right\}^2 \quad [14], \text{fig.12-16, pers. 21-3}$$

F<sub>s</sub> : faktor slot area

Data-data:

$$C_t = 182,7895 \text{ kg/batch} = 548,3685 \text{ kg/jam} = 0,5484 \text{ ton/jam}$$

$$C_u = 0,25 \frac{\text{ton}}{\text{jam} \cdot \text{ft}^2} \quad [14], \text{fig. 21-15}$$

$$F_s = 1,0$$

$$a = \text{bukaan bersih} = 0,0029 \text{ in}$$

$$d = \text{diameter kawat} = 0,0021 \text{ in}$$

Menentukan Foa:

$$F_{oa} = 100 \times \left\{ \frac{0,0029}{(0,0029 + 0,0021)} \right\}^2 = 0,3364$$

Menentukan luas ayakan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s} = \frac{0,4 \times 0,5484}{0,25 \times 0,3364 \times 1,0} = 2,6082 \text{ ft}^2 = 0,2423 \text{ m}^2$$

Dari Peter & Timmerhaus, edisi 4, Grafik 14-88, hal 567 dipilih ayakan dengan daya = 0,5 hp.

#### SPESIFIKASI

Nama	: <i>Vibrating Screen Starch</i>
Tipe	: <i>Vibrating Screen single deck</i>
Kapasitas	: 182,7895 kg/batch
Luas ayakan	: 0,2423 m <sup>2</sup>
Daya yang diperlukan	: 0,5 HP
Bahan konstruksi	: <i>carbon steel</i>
Jumlah	: 1

#### **C.16. *Vibrating Ball Mill Talc* [10] (C-180)**

Fungsi : Menghancurkan *talc*

Tipe : Ball Mill

Dasar Pemilihan : Cocok untuk penggilingan material yang mudah untuk dihancurkan sampai menjadi *powder*

$$\text{Kapasitas} : \frac{1.169,8526 \text{ kg}}{4} = 292,4632 \text{ kg} = 644,7643 \text{ lb}$$

*Sphere* yang digunakan terbuat dari *chrome steel* dengan diameter 12 mm

dan densitas  $7,85 \text{ g/cm}^3$ .

Data dari [14] hal 20-39:

Kapasitas (lb)	Daya (HP)	Diameter mill (in)
3-5	$\frac{1}{3}$	24
20-60	$1\frac{1}{4}$	30
100-400	3	45
200-800	10	60
3000	40	80

Daya yang diperlukan adalah 10 HP

Diameter mill = 60 in = 152,4 cm

$$\begin{aligned} \text{Volume mill} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\ &= (\frac{4}{3} \times 3,14 \times (0,5 \times 152,4)^3) \\ &= 1.852.393,7146 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume 1 sphere} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\ &= (\frac{4}{3} \times 3,14 \times 6^3) \\ &= 904,3200 \text{ mm}^3 \\ &= 0,9043 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume talc} &= \frac{\text{massa}}{\rho_{\text{bulk}}} \\ &= \frac{292,4632 \text{ kg}}{2.700 \text{ kg/m}^3} = 108.319,7037 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Volume mill yang ditempati oleh *sphere* dan *talc*

$$= 0,75 \times 1.852.393,7146 \text{ cm}^3$$

$$= 1.389.295,2859 \text{ cm}^3$$

$$\text{Jumlah } sphere \text{ yang digunakan} = \frac{1.389.295,2859 \text{ cm}^3 - 108.319,7037 \text{ cm}^3}{0,9043 \text{ cm}^3}$$

$$= 1.416.538 \text{ buah}$$

#### SPEKIFIKASI

Nama : *Ball mill Starch*

Tipe : *Vibrating ball mill*

Kapasitas : 644,7643 kg

Diameter mill : 60 in

Daya yang diperlukan : 10 HP

Jumlah *sphere* : 1.416.538 buah

Bahan konstruksi : *carbon steel*

Jumlah : 1

#### **C.17. Vibrating Screen Talc (H-181)**

Fungsi : Memisahkan hancuran *talc* yang berukuran 200 mesh dari padatan yang lebih besar dari 200 mesh.

Tipe : *Vibrating Screen single deck*

Dasar pemilihan : Dapat digunakan untuk fase *solid*

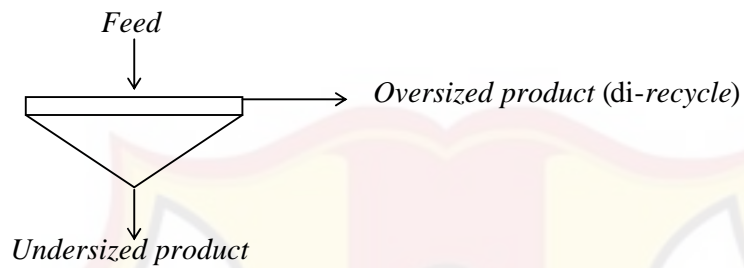
Kondisi operasi :  $T = 30^{\circ}\text{C}$

$P = 1 \text{ atm}$

Waktu pengayakan = 30 menit



Kapasitas : 644,7643 kg/batch = 1289,5286 kg/jam= 1,2895 ton/jam



Perancangan:

### Menghitung Luas Ayakan

Luas ayakan dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s}$$

Dengan:

A: Luas ayakan (ft<sup>2</sup>)

C<sub>t</sub> : kapasitas (ton/ jam)

C<sub>u</sub> : kapasitas unit

F<sub>oa</sub> : faktor bukaan area =  $100 \times \left\{ \frac{a}{(a+d)} \right\}^2$  [14], fig.12-16, pers. 21-3

F<sub>s</sub> : faktor slot area

Data-data:

C<sub>t</sub> = 644,7643 kg/batch = 1289,5286 kg/jam= 1,2895 ton/jam

C<sub>u</sub> = 0,25  $\frac{ton}{jam \cdot ft^2}$  [14], fig. 21-15

F<sub>s</sub> = 1,0

a = bukaan bersih = 0,0029 in

d = diameter kawat = 0,0021 in

Menentukan  $F_{oa}$ :

$$F_{oa} = 100 \times \left\{ \frac{0,0029}{(0,0029 + 0,0021)} \right\}^2 = 0,3364$$

Menentukan luas ayakan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s} = \frac{0,4 \times 1,2895}{0,25 \times 0,3364 \times 1,0} = 10,7633 \text{ ft}^2 = 0,5698 \text{ m}^2$$

Dari Peter & Timmerhaus, edisi 4, Grafik 14-88, hal 567 dipilih ayakan dengan daya = 0,5 hp.

#### SPESIFIKASI

Nama	: <i>Vibrating Screen Starch</i>
Tipe	: <i>Vibrating Screen single deck</i>
Kapasitas	: 644,7643 kg/batch
Luas ayakan	: 0,5698 m <sup>2</sup>
Daya yang diperlukan	: 0,5 HP
Bahan konstruksi	: <i>carbon steel</i>
Jumlah	: 1

#### **C.18. Tangki Penampungan *Talc* (F-182)**

Fungsi	: Sebagai tempat untuk menampung <i>talc</i> sementara
Tipe	: Tangki berbentuk silinder dengan tutup atas berbentuk <i>flat</i> dan tutup bawah berbentuk konis

Dasar pemilihan : umum digunakan untuk menyimpan solid dalam bentuk bubuk

Dasar perhitungan :

- Suhu = 30°C
- Kapasitas = 1.111,3600 kg/hari
- $\rho_{bulk} = 2700 \text{ kg/m}^3 = 168,5551 \text{ lbm/ft}^3$

$$\begin{aligned}\text{Volume talc} &= \frac{\text{massa talc}}{\rho_{talc}} \\ &= \frac{1.111,3600 \text{ kg/hari}}{2700 \text{ kg/m}^3} \\ &= 0,4116 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1 \text{ hari} \\ &= 0,4116 \text{ m}^3\end{aligned}$$

### **DIMENSI TANGKI**

Ditetapkan [27, p.251, 254 dan 13, Tabel. 4-18] :

1. Bahan konstruksi tangki pengadukan adalah *Carbon Steel* tipe SA-7
2. *Carbon Steel* tipe SA-7 mempunyai *allowable stress value* 12.650 psi
3. Digunakan las *single-welded butt joint with backing strip* E = 0,85
4.  $\frac{H \text{ tangki}}{D \text{ tangki}} = \frac{1,5}{1}$

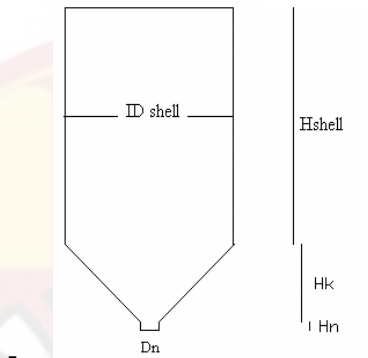
### **Volume Tangki**

Volume tangki = Volume bahan + Volume ruang kosong

Volume tangki = 0,4116 + 0,2 Volume tangki

Volume tangki = 0,5145 m<sup>3</sup>

Volume tangki = Volume *shell* + Volume konis



Keterangan:  $ID_{shell}$  = diameter *shell*

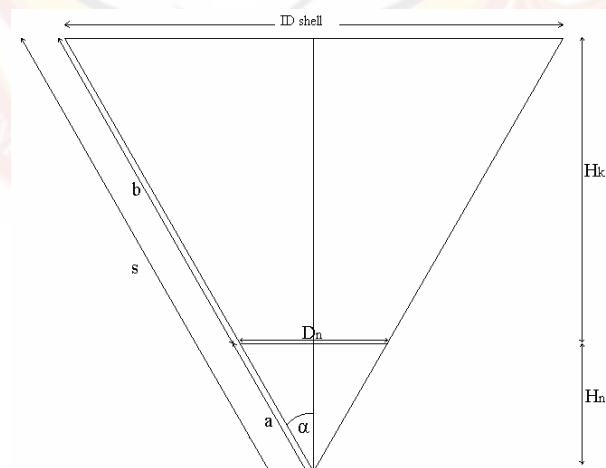
$H_{shell}$  = tinggi *shell*

$H_k$  = tinggi konis

$H_n$  = tinggi *nozzle*

$D_n$  = diameter *nozzle*

$$\frac{H_{shell}}{ID_{shell}} = 1,5 \rightarrow \text{sehingga volume shell} = \frac{\pi}{4} \times ID_{shell}^2 \times H_{shell} = \frac{1,5\pi}{4} \times ID_{shell}^3$$



Sudut konis yang digunakan sebesar  $60^\circ$  sehingga  $\alpha = \frac{60}{2} = 30^\circ$

[27,p. 96]

Diameter *nozzle* ( $D_n$ ) yang digunakan berkisar 4,8 m atau 10 inci.

[27,p. 96]

$D_n$  yang digunakan adalah 8 inci (0,2 m)

$$H_n = \frac{D_n}{2 \cdot \tan \alpha} \text{ dan } H_k = \frac{ID_{shell}}{2 \cdot \tan \alpha} - H_n = \frac{ID_{shell}}{2 \cdot \tan \alpha} - \frac{D_n}{2 \cdot \tan \alpha} = \frac{ID_{shell} - D_n}{2 \cdot \tan \alpha}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume konis} &= \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times ID_{shell}^2 \times (H_k + H_n) - \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D_n^2 \times H_n \\ &= \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times ID_{shell}^2 \times \left( \frac{ID_{shell} - D_n}{2 \tan 30} + \frac{D_n}{2 \tan 30} \right) - \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D_n^2 \times \frac{D_n}{2 \tan 30} \\ &= \frac{\pi}{24 \tan 30} (ID_{shell}^3 - D_n^3) \end{aligned}$$

Volume tangki = volume *shell* + volume konis

$$0,5145 \text{ m}^3 = \frac{1,5\pi}{4} \times ID_{shell}^3 + \frac{\pi}{24 \tan 30} (ID_{shell}^3 - D_n^3)$$

$$0,5145 \text{ m}^3 = 1,178 ID_{shell}^3 + 0,23 ID_{shell}^3 - (1,9 \times 10^{-3})$$

$$0,5145 \text{ m}^3 = 1,408 ID_{shell}^3$$

$$ID_{shell} = 0,7149 \text{ m} = 2,3454 \text{ ft} = 28,1456 \text{ in}$$

$$H_{shell} = 1,5 ID_{shell} = 1,5 \times 0,7149 \text{ m} = 1,0724 \text{ m} = 3,5183 \text{ ft}$$

$$H_n = \frac{D_n}{2 \cdot \tan \alpha} = \frac{0,2}{2 \cdot \tan 30} = 0,183 \text{ m}$$

$$H_k = \frac{ID_{shell}}{2 \cdot \tan \alpha} - H_n = \frac{0,7149}{2 \cdot \tan 30} - 0,183 = 0,5185 \text{ m}$$

$$H_{total} = H_{shell} + H_k = 1,0724 + 0,5185 = 1,5909 \text{ m} = 5,2194 \text{ ft}$$

$$a = \sqrt{\left(\frac{Dn}{2}\right)^2 + Hn^2} = \sqrt{\left(\frac{0,2}{2}\right)^2 + 0,183^2} = 0,209 \text{ m}$$

$$s = \sqrt{\left(\frac{ID_{shell}}{2}\right)^2 + (Hk + Hn)^2} = \sqrt{\left(\frac{0,7149}{2}\right)^2 + (0,5185 + 0,183)^2} = 0,7873 \text{ m}$$

$$b = s - a = (0,7873 - 0,209) \text{ m} = 0,5783 \text{ m}$$

### **Tinggi Talc Dalam Tangki**

Volume *talc* = volume *shell* + volume konis

$$0,4116 \text{ m}^3 = \frac{\pi}{4} \times ID_{shell}^2 \times H_{campuran} + \frac{\pi}{24 \tan 30} (ID_{shell}^3 - Dn^3)$$

$$0,4116 \text{ m}^3 = \frac{\pi}{4} \times 0,7149^2 \times H_{campuran} + \frac{\pi}{24 \tan 30} (0,7149^3 - 0,2^3)$$

$$H_{campuran} = 0,3983 \text{ m}$$

Tinggi campuran bahan dalam tangki (ZT) =  $H_{campuran} + Hk$

$$= 0,3983 + 0,5185 = 0,9168 \text{ m} = 3,0078 \text{ ft}$$

### **Tekanan Operasi Tangki**

Tekanan udara = 1 atm = 14,6960 psia

$$\text{Tekanan hidrostatik} = \frac{\rho_{bulk} \times H_{bahan}}{144}$$

[27, Eq. 3.17]

$$= \frac{168,5551 \text{ lbm/ft}^3 \times 3,0078 \text{ ft}}{144} = 3,5207 \text{ psia}$$

Tekanan operasi alat = tekanan udara + tekanan hidrostatik



$$= 14,6960 \text{ psia} + 3,5207 \text{ psia} = 18,2167 \text{ psia}$$

Tekanan desain =  $1,2 \times$  tekanan operasi alat

$$= 1,2 \times 18,2167 \text{ psia} = 21,8600 \text{ psia} = 1,4875 \text{ atm}$$

### **Tebal Tangki dan Tutup Atas Tangki**

$$t_s = \frac{P \times D}{2 \times f \times E} + c \quad [27, \text{ p. 45}]$$

dimana :  $t_s$  = *thickness of shell* (in)

$P$  = *internal design pressure* (psi)

$D$  = *inside diameter* (in)

$f$  = *allowable working stress* (psi)

$E$  = *joint efficiency*

$c$  = *corrosion allowance* ( $1/8 = 0,125$  in)

$$t_{\text{shell}} = \frac{21,8600 \text{ psi} \times 28,1456 \text{ in}}{2 \times 12.650 \text{ psi} \times 0,85} + 0,125 \text{ in} = 0,1536 \text{ in} \rightarrow \text{standarisasi } 3/16$$

### **Tebal Tutup Konis**

$$\begin{aligned} \text{tebal alas} &= \frac{P.D}{2 \cdot \cos \alpha (fE - 0,6P)} + c \\ &= \frac{21,8600 \text{ psi} \times 28,1456 \text{ in}}{2 \cos (30) \times ((12.650 \text{ psi} \times 0,85) - (0,6 \times 21,8600 \text{ psi}))} + 0,125 \text{ in} \\ &= 0,1581 \text{ in} \rightarrow \text{standarisasi } 3/16 \text{ in} \end{aligned}$$

### **SPESIFIKASI**

- Nama : Tangki penampungan *talc*
- Kapasitas :  $0,5145 \text{ m}^3$
- $ID_{shell}$  :  $0,7149 \text{ m}$
- $H_k$  :  $0,5185 \text{ m}$
- $H_{shell}$  :  $1,0724 \text{ m}$
- H total :  $1,5909 \text{ m}$
- Tebal *shell* :  $3/16 \text{ in}$
- Tebal *head* :  $3/16 \text{ in}$
- Tebal konis :  $3/16 \text{ in}$
- Jumlah tangki : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Carbon Steel* tipe SA-7

#### C.19. Screw Conveyor (J-183)

Fungsi : Mengangkut *talc* dari tangki penampungan menuju mixer I (M-240).

Tipe : *Screw conveyor* yang dilengkapi dengan *hooper*

Dasar pemilihan : Cocok digunakan untuk membawa bahan yang bersifat solid (*powder*).

Kebutuhan per batch :  $1.111,36 \text{ kg} = 1,111 \text{ ton}$

Waktu transportasi : 15 menit

Panjang *screw* (L) :  $2 \text{ meter} = 6,5616 \text{ ft}$

Densitas *talc* =  $168,5551 \text{ lbm/ft}^3$

Tinggi elevasi (T) = 5,2194 ft = 5,22 ft (mengikuti tinggi tangki penampungan *talc*)

Perhitungan :

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas} &= 1,111 \text{ ton} : 0,25 \text{ jam} = 4,444 \text{ ton/jam} \\ &= 9802,3940 \text{ lbm/jam}\end{aligned}$$

$$\text{Rate volumerik } (\bar{v}) = 9802,3940 \text{ lb/jam} : 168,5551 \text{ lbm/ft}^3 = 58,1554 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

Dari Perry (1997) Tabel 21-6 didapatkan data sebagai berikut

- Kapasitas = 10 ton/jam
- Diameter pipa *screw* = 2,5 in
- *Shaft* diameter = 2 in
- Kecepatan ( $\omega$ ) = 55 rpm
- *Feed section* diameter = 9 in

Power motor yang dibutuhkan:

$$\dot{P} = \frac{[s.(\omega) + F(\bar{v}).(\rho)].L + 0,51(T)(30.000)}{10^6} \quad [28]$$

Harga F = 1 didapatkan dari Wallas (1990) tabel 5.4(b) dan harga s = 114 didapatkan dari Tabel 5.4(c) [28]

$$\begin{aligned}\dot{P} &= \frac{[114.(55) + 1(58,1554.(168,5551)).6,5616 + 0,51(5,22)(30.000)]}{10^6} \\ &= 0,1853 \text{ hp}\end{aligned}$$

Efisiensi motor 80 % [29]

$$\text{Power motor} = 0,1853 : 80 \% = 0,2316 \text{ HP} \approx 0,3 \text{ HP}$$

### SPESIFIKASI

- Nama = *Screw Conveyor*
- Waktu transportasi = 15 menit
- Panjang *screw* (L) = 6,5616 ft
- Tinggi elevasi (T) = 5,22 ft
- Kapasitas = 10 ton/jam
- Diameter pipa *screw* = 2,5 in
- *Shaft* diameter = 2 in
- Kecepatan ( $\omega$ ) = 55 rpm
- *Feed section* diameter = 9 in
- Power motor = 0,3 hp

### **C.20. *Ribbon Mixer* I [30] (M-240)**

Fungsi : untuk mencampur *powder mixture* bagian I yang terdiri dari *Magnesium stearate*, *Magneium carbonate*, *Titanium dioxide*, *Zinc oxide*, Kaolin, Asam salisilat, *Starch*, dan *Talc*.

Type : Ribbon Mixer

Mencari densitas bulk campuran:

m *magnesium stearate* = 26,0475 kg

m *magnesium carbonate* = 8,6825 kg

m *titanium dioxide* = 173,6500 kg

m *zinc oxide* = 86,8250 kg

m kaolin = 52,0950 kg

m asam salisilat = 17,3650 kg

m starch = 173,6500 kg

m talc = 1.111,3600 kg

m total = 1.649,6750 kg

% berat *magnesium stearate* = 1,58

% berat *magnesium carbonate* = 0,53

% berat *titanium dioxide* = 10,53

% berat *zinc oxide* = 5,26

% berat kaolin = 3,16

% berat asam salisilat = 1,05

% berat starch = 10,53

% berat talc = 67,36

$$\frac{1}{\rho \text{ campuran}} = \frac{\frac{3,16\%}{2690 \text{ kg/m}^3} + \frac{67,36\%}{2750 \text{ kg/m}^3} + \frac{1,05\%}{1440 \text{ kg/m}^3} + \frac{5,26\%}{5670 \text{ kg/m}^3} + \frac{10,53\%}{4230 \text{ kg/m}^3} + \frac{1,58\%}{2950 \text{ kg/m}^3} + \frac{0,53\%}{2437 \text{ kg/m}^3} + \frac{10,53\%}{4980 \text{ kg/m}^3}}$$

$$\frac{1}{\rho \text{ campuran}} = 3,2683 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^3$$

$$\rho \text{ bulk campuran} = 3059,6931 \text{ kg/m}^3 = 191,0175 \text{ lbm/ft}^3$$

Kapasitas campuran = 1.649,6750 kg/hari = 3.636,8735 lbm/hari

Perhitungan :

$$\text{Kapasitas feed} = \frac{\text{Kapasitas campuran}}{\text{Bulk density campuran}}$$

$$= \frac{3.636,8735 \text{ lbm/hari}}{191,0175 \text{ lbm/ft}^3}$$

$$= 19,0395 \text{ ft}^3/\text{hari}$$

Waktu pencampuran = 1 hari

Digunakan 1 alat maka volumenya =  $19,0395 \text{ ft}^3/\text{hari} \times 1 \text{ hari} = 19,0395 \text{ ft}^3$

Dari Perry V hal. 21-35, tabel 21-8

Ditetapkan *approx. working capacity* =  $50 \text{ ft}^3$

$$\text{Power yang digunakan} = \frac{19,0395 \text{ ft}^3}{50 \text{ ft}^3} \times 12 \text{ HP} = 4,5695 \text{ HP} \approx 5 \text{ HP}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan putaran yang digunakan} &= \frac{19,0395 \text{ ft}^3}{50 \text{ ft}^3} \times 28 \text{ rpm} \\ &= 10,6621 \text{ rpm} \approx 11 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Ditetapkan panjang ribbon mixer (p) = 3 m = 9,8424 ft

Mencari diameter ribbon mixer:

$$V \text{ ribbon mixer} = \frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2 \times p$$

$$19,0395 \text{ ft}^3 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2 \times 9,8424 \text{ ft}$$

$$19,0395 \text{ ft}^3 = 7,7263 \text{ ft} \times D^2$$

$$D^2 = 2,4642 \text{ ft}^2$$

$$D = 1,5698 \text{ ft} = 0,4785 \text{ m}$$

### **SPESIFIKASI**

Type : Ribbon Mixer

Kapasitas :  $19,0395 \text{ ft}^3$

Speed : 11 rpm



Power : 5 HP  
Bahan : Stainless steel  
Panjang : 3 m  
Diameter : 0,4785 m  
Jumlah : 1 buah

#### C.21. Screw Conveyor (J-241)

Fungsi : Mengangkut *powder mixture* dari mixer I menuju mixer II (M-310).

Tipe : *Screw conveyor* yang dilengkapi dengan *hooper*

Dasar pemilihan : Cocok digunakan untuk membawa bahan yang bersifat solid (*powder*).

Kebutuhan per batch : 1.649,6750 kg = 1,6497 ton

Waktu transportasi : 15 menit

Panjang *screw* (L) : 2 meter = 6,5616 ft

Densitas campuran = 187,2908 lbm/ft<sup>3</sup>

Tinggi elevasi (T) = 1,8356 ft = 1,84 ft (mengikuti tinggi ribbon mixer)

Perhitungan :

Kapasitas = 1,6497 ton : 0,25 jam = 6,5988 ton/jam  
= 14.555,3640 lbm/jam

Rate volumerik ( $\bar{v}$ ) = 14.555,3640 lb/jam : 187,2908 lbm/ft<sup>3</sup> = 77,7153  
ft<sup>3</sup>/jam

Dari Perry (1997) Tabel 21-6 didapatkan data sebagai berikut

- Kapasitas = 10 ton/jam
- Diameter pipa *screw* = 2,5 in
- *Shaft* diameter = 2 in
- Kecepatan ( $\omega$ ) = 55 rpm
- *Feed section* diameter = 9 in

Power motor yang dibutuhkan:

$$\dot{P} = \frac{[s.(\omega) + F(v).(\rho)].L + 0,51(T)(30.000)}{10^6} \quad [28]$$

Harga F = 1 didapatkan dari Wallas (1990) tabel 5.4(b) dan harga s = 114 didapatkan dari Tabel 5.4(c) [28]

$$\dot{P} = \frac{[114.(55) + 1(77,7153.(187,2908)].6,5616 + 0,51(1,84)(30.000)}{10^6}$$

$$= 0,1648 \text{ hp}$$

Efisiensi motor 80 % [29]

$$\text{Power motor} = 0,1648 : 80\% = 0,2060 \text{ hp} \approx 0,3 \text{ HP}$$

### SPESIFIKASI

- Nama = *Screw Conveyor*
- Waktu transportasi = 15 menit
- Panjang *screw* (L) = 6,5616 ft

- Tinggi elevasi (T) = 4,92 ft
- Kapasitas = 10 ton/jam
- Diameter pipa *screw* = 2,5 in
- *Shaft* diameter = 2 in
- Kecepatan ( $\omega$ ) = 55 rpm
- *Feed section* diameter = 9 in
- Power motor = 0,3 hp

#### C.22. Tangki Penampungan Essential oil (F-210)

Fungsi : Sebagai tempat untuk menampung Essential oil sementara

Tipe : Tangki berbentuk silinder dengan tutup atas berbentuk *flat* dan tutup bawah berbentuk konis serta dilengkapi dengan pengaduk

Dasar pemilihan : umum digunakan untuk menyimpan cairan

Dasar perhitungan :

- Suhu = 30°C
- Kapasitas = 26,0475 kg/hari = untuk 14 hari = 364,665 kg
- $\rho$  Essential oil = 995,68 kg/m<sup>3</sup> = 62,1581 lbm/ft<sup>3</sup>

$$\text{Volume Essential oil} = \frac{\text{massa } \textit{ettential oil}}{\rho \textit{ettential oil}}$$

$$= \frac{364,665 \text{ kg}}{995,68 \text{ kg/m}^3}$$

$$= 0,3662 \text{ m}^3$$

## DIMENSI TANGKI

Ditetapkan [27, p.251, 254 dan 13, Tabel. 4-18] :

1. Bahan konstruksi tangki pengadukan adalah *Carbon Steel* tipe SA-7
2. *Carbon Steel* tipe SA-7 mempunyai *allowable stress value* 12.650 psi
3. Digunakan las *single-welded butt joint with backing strip* E = 0,85
4.  $\frac{H \text{ tangki}}{D \text{ tangki}} = \frac{1,5}{1}$

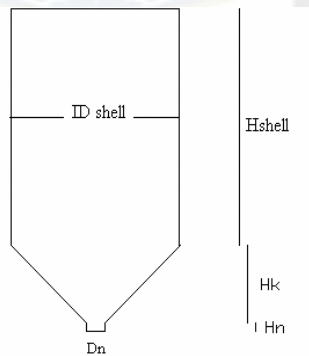
### Volume Tangki

Volume tangki = Volume bahan + Volume ruang kosong

Volume tangki = 0,3662 + 0,2 Volume tangki

Volume tangki = 0,4578 m<sup>3</sup>

Volume tangki = Volume *shell* + Volume konis



Keterangan:  $ID_{shell}$  = diameter *shell*

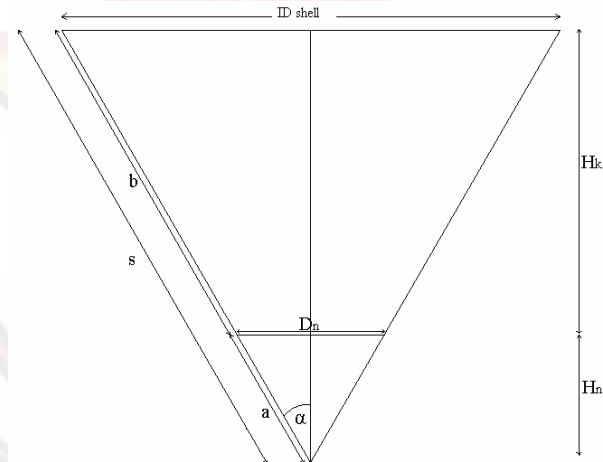
$H_{shell}$  = tinggi *shell*

$H_k$  = tinggi konis

$H_n$  = tinggi *nozzle*

$D_n$  = diameter *nozzle*

$$\frac{H_{shell}}{ID_{shell}} = 1,5 \rightarrow \text{sehingga volume shell} = \frac{\pi}{4} \times ID_{shell}^2 \times H_{shell} = \frac{1,5\pi}{4} \times ID_{shell}^3$$



Sudut konis yang digunakan sebesar  $60^\circ$  sehingga  $\alpha = \frac{60}{2} = 30^\circ$

[27,p. 96]

Diameter *nozzle* ( $Dn$ ) yang digunakan berkisar 4,8 m atau 10 inci.

[27,p. 96]

$Dn$  yang digunakan adalah 8 inci (0,2 m)

$$Hn = \frac{Dn}{2 \cdot \tan \alpha} \text{ dan } Hk = \frac{ID_{shell}}{2 \cdot \tan \alpha} - Hn = \frac{ID_{shell}}{2 \cdot \tan \alpha} - \frac{Dn}{2 \cdot \tan \alpha} = \frac{ID_{shell} - Dn}{2 \cdot \tan \alpha}$$

$$\text{Volume konis} = \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times ID_{shell}^2 \times (Hk + Hn) - \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times Dn^2 \times Hn$$

$$= \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times ID_{shell}^2 \times \left( \frac{ID_{shell} - Dn}{2 \tan 30} + \frac{Dn}{2 \tan 30} \right) - \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times Dn^2 \times \frac{Dn}{2 \tan 30}$$

$$= \frac{\pi}{24 \tan 30} (ID_{shell}^3 - Dn^3)$$

Volume tangki = volume *shell* + volume konis

$$0,4578 \text{ m}^3 = \frac{1,5\pi}{4} \times ID_{shell}^3 + \frac{\pi}{24 \text{ tg } 30} (ID_{shell}^3 - Dn^3)$$

$$0,4578 \text{ m}^3 = 1,178 ID_{shell}^3 + 0,23 ID_{shell}^3 - (1,9 \times 10^{-3})$$

$$0,4578 \text{ m}^3 = 1,408 ID_{shell}^3$$

$$ID_{shell} = 0,6876 \text{ m} = 2,2559 \text{ ft} = 27,0708 \text{ in}$$

$$H_{shell} = 1,5 ID_{shell} = 1,5 \times 0,6876 \text{ m} = 1,0314 \text{ m} = 3,3838 \text{ ft}$$

$$H_n = \frac{Dn}{2 \cdot \text{tg } \alpha} = \frac{0,2}{2 \cdot \text{tg } 30} = 0,183 \text{ m}$$

$$H_k = \frac{ID_{shell}}{2 \cdot \text{tg } \alpha} - H_n = \frac{0,6876}{2 \cdot \text{tg } 30} - 0,183 = 0,4125 \text{ m}$$

$$H_{total} = H_{shell} + H_k = 1,0314 + 0,4125 = 1,4439 \text{ m} = 4,7371 \text{ ft}$$

$$a = \sqrt{\left(\frac{Dn}{2}\right)^2 + H_n^2} = \sqrt{\left(\frac{0,2}{2}\right)^2 + 0,183^2} = 0,209 \text{ m}$$

$$s = \sqrt{\left(\frac{ID_{shell}}{2}\right)^2 + (H_k + H_n)^2} = \sqrt{\left(\frac{0,6876}{2}\right)^2 + (0,4125 + 0,183)^2} =$$

$$0,4728 \text{ m}$$

$$b = s - a = (0,4728 - 0,209) \text{ m} = 0,2638 \text{ m}$$

### **Tinggi Essential oil Dalam Tangki**

Volume Essential oil = volume *shell* + volume konis

$$0,3662 \text{ m}^3 = \frac{\pi}{4} \times ID_{shell}^2 H_{campuran} + \frac{\pi}{24 \text{ tg } 30} (ID_{shell}^3 - Dn^3)$$

$$0,3662 \text{ m}^3 = \frac{\pi}{2} \times 0,6876^2 \times H_{campuran} + \frac{\pi}{24 \text{ tg } 30} (0,6876^3 - 0,2^3)$$

$$H_{campuran} = 0,3963 \text{ m}$$



$$\begin{aligned}\text{Tinggi campuran bahan dalam tangki (ZT)} &= H_{\text{campuran}} + H_k \\ &= 0,3963 + 0,4125 = 0,8088 \text{ m} = 2,6535 \text{ ft}\end{aligned}$$

### **Tekanan Operasi Tangki**

$$\text{Tekanan udara} = 1 \text{ atm} = 14,6960 \text{ psia}$$

$$\text{Tekanan hidrostatik} = \frac{\rho_{\text{bahan}} \times H_{\text{bahan}}}{144}$$

[27, Eq. 3.17]

$$= \frac{62,1581 \text{ lbm/ft}^3 \times 2,6535 \text{ ft}}{144} = 1,1454 \text{ psia}$$

$$\begin{aligned}\text{Tekanan operasi alat} &= \text{tekanan udara} + \text{tekanan hidrostatik} \\ &= 14,6960 \text{ psia} + 1,1454 \text{ psia} = 15,8414 \text{ psia}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tekanan desain} &= 1,2 \times \text{tekanan operasi alat} \\ &= 1,2 \times 15,8414 \text{ psia} = 19,0097 \text{ psia} = 1,2935 \text{ atm}\end{aligned}$$

### **Tebal Tangki dan Tutup Atas Tangki**

$$t_s = \frac{P \times D}{2 \times f \times E} + c \quad [27, \text{p. 45}]$$

dimana :  $t_s$  = *thickness of shell* (in)

$P$  = *internal design pressure* (psi)

$D$  = *inside diameter* (in)

$f$  = allowable working stress (psi)

$E$  = joint efficiency

$c$  = corrosion allowance ( $1/8 = 0,125$  in)

$$t_{shell} = \frac{19,0097 \text{ psi} \times 27,0708 \text{ in}}{2 \times 12.650 \text{ psi} \times 0,85} + 0,125 \text{ in} = 0,1489 \text{ in} \rightarrow \text{standarisasi } 3/16 \text{ in}$$

### **Tebal Tutup Konis**

$$\begin{aligned} \text{tebal alas} &= \frac{P.D}{2 \cdot \cos \alpha (fE - 0,6P)} + c \\ &= \frac{19,0097 \text{ psi} \times 27,0708 \text{ in}}{2 \cos (30) \times ((12.650 \text{ psi} \times 0,85) - (0,6 \times 19,0097 \text{ psi}))} + 0,125 \text{ in} \\ &= 0,1527 \text{ in} \rightarrow \text{standarisasi } 3/16 \text{ in} \end{aligned}$$

### **SPESIFIKASI**

- Nama : Tangki penampungan Essential oil
- Kapasitas :  $0,4578 \text{ m}^3$
- $ID_{shell}$  :  $0,6876 \text{ m}$
- $H_k$  :  $0,4125 \text{ m}$
- $H_{shell}$  :  $1,0314 \text{ m}$
- H total :  $1,4439 \text{ m}$
- Tebal *shell* :  $3/16 \text{ in}$
- Tebal *head* :  $3/16 \text{ in}$
- Tebal konis :  $3/16 \text{ in}$
- Jumlah tangki : 1 buah

- Bahan konstruksi : *Carbon Steel* tipe SA-7

### C.23. *Vibrating Ball Mill Red Iron Oxide* [10] (C-220)

Fungsi : Menghancurkan *Red Iron Oxide*

Tipe : Ball Mill

Dasar Pemilihan : Cocok untuk penggilingan material yang mudah untuk dihancurkan sampai menjadi *powder*

Kapasitas : 30,1603 kg = 66,4914 lb

*Sphere* yang digunakan terbuat dari *chrome steel* dengan diameter 12 mm dan densitas 7,85 g/cm<sup>3</sup>.

Data dari [14] hal 20-39:

Kapasitas (lb)	Daya (HP)	Diameter mill (in)
3-5	$\frac{1}{3}$	24
20-60	$1\frac{1}{4}$	30
100-400	3	45
200-800	10	60
3000	40	80

Dari interpolasi didapatkan:

Daya yang diperlukan adalah 1,5 HP

Diameter mill = 32,4343 in = 82,3831 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Volume mill} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\
 &= \left(\frac{4}{3} \times 3,14 \times (0,5 \times 82,3831)^3\right) \\
 &= 292.612,4415 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Volume 1 sphere} = \frac{4}{3} \times \pi \times r^3$$

$$= (4/3 \times 3,14 \times 6^3)$$

$$= 904,3200 \text{ mm}^3$$

$$= 0,9043 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Red Iron Oxide} &= \frac{\text{massa}}{\rho_{\text{bulk}}} \\ &= \frac{30,1603 \text{ kg}}{580 \text{ kg/m}^3} = 52.052,2414 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Volume mill yang ditempati oleh *sphere* dan *Red Iron Oxide*

$$= 0,75 \times 292.612,4415 \text{ cm}^3$$

$$= 219.459,3311 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sphere yang digunakan} &= \frac{219.459,3311 \text{ cm}^3 - 52.052,2414 \text{ cm}^3}{0,9043 \text{ cm}^3} \\ &= 185.123 \text{ buah} \end{aligned}$$

#### SPESIFIKASI

Nama : *Ball mill Red Iron Oxide*

Tipe : *Vibrating ball mill*

Kapasitas : 30,1603 kg

Diameter mill : 32,4343 in

Daya yang diperlukan : 1,5 HP

Jumlah *sphere* : 185.123 buah

Bahan konstruksi : *carbon steel*

Jumlah : 1

#### **C.24. Vibrating Screen Red Iron Oxide (H-221)**

Fungsi : Memisahkan hancuran pewarna *red iron oxide* yang berukuran 200 mesh dari padatan yang lebih besar dari 200 mesh.

Tipe : *Vibrating Screen single deck*

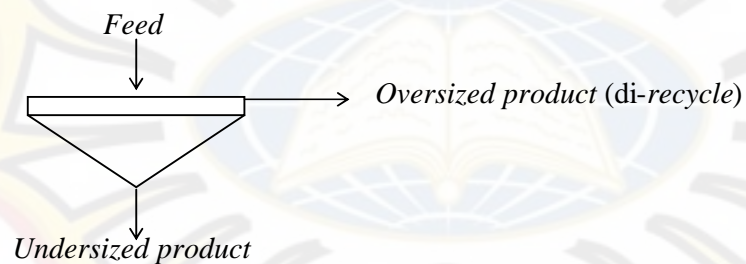
Dasar pemilihan : Dapat digunakan untuk fase *solid*

Kondisi operasi :  $T = 30^{\circ}\text{C}$

$P = 1 \text{ atm}$

Waktu pengayakan = 15 menit

Kapasitas :  $30,1603 \text{ kg/batch} = 120,6412 \text{ kg/jam} = 0,1206 \text{ ton/jam}$



Perancangan:

### Menghitung Luas Ayakan

Luas ayakan dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s}$$

Dengan:

A : Luas ayakan ( $\text{ft}^2$ )

$C_t$  : kapasitas (ton/ jam)

$C_u$  : kapasitas unit

$$F_{oa} : \text{faktor bukaan area} = 100 \times \left\{ \frac{a}{(a+d)} \right\}^2 \quad [14], \text{ fig.12-16, pers. 21-3}$$

$F_s$  : faktor slot area

Data-data:

$$C_t = 30,1603 \text{ kg/batch} = 120,6412 \text{ kg/jam} = 0,1206 \text{ ton/jam}$$

$$C_u = 0,25 \frac{\text{ton}}{\text{jam} \cdot \text{ft}^2} \quad [14], \text{ fig. 21-15}$$

$$F_s = 1,0$$

$$a = \text{bukaan bersih} = 0,0029 \text{ in}$$

$$d = \text{diameter kawat} = 0,0021 \text{ in}$$

Menentukan  $F_{oa}$ :

$$F_{oa} = 100 \times \left\{ \frac{0,0029}{(0,0029 + 0,0021)} \right\}^2 = 0,3364$$

Menentukan luas ayakan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s} = \frac{0,4 \times 0,1206}{0,25 \times 0,3364 \times 1,0} = 0,5738 \text{ ft}^2 = 0,0533 \text{ m}^2$$

Dari Peter & Timmerhaus, edisi 4, Grafik 14-88, hal 567 dipilih ayakan dengan daya = 0,5 hp.

### SPESIFIKASI

Nama : *Vibrating Screen Red Iron Oxide*



Tipe : *Vibrating Screen single deck*

Kapasitas : 30,1603 kg/batch

Luas ayakan : 0,0533 m<sup>2</sup>

Daya yang diperlukan : 0,5 HP

Bahan konstruksi : *carbon steel*

Jumlah : 1

**C.25. *Vibrating Ball Mill Yellow Iron Oxide* [10] (C-230)**

Fungsi : Menghancurkan *Yellow Iron Oxide*

Tipe : Ball Mill

Dasar Pemilihan : Cocok untuk penggilingan material yang mudah untuk dihancurkan sampai menjadi *powder*

Kapasitas : 30,1603 kg = 13,6777 lb

*Sphere* yang digunakan terbuat dari *chrome steel* dengan diameter 12 mm dan densitas 7,85 g/cm<sup>3</sup>.

Data dari [14] hal 20-39:

Kapasitas (lb)	Daya (HP)	Diameter mill (in)
3-5	$\frac{1}{3}$	24
20-60	$1\frac{1}{4}$	30
100-400	3	45
200-800	10	60
3000	40	80

Dari interpolasi didapatkan:

Daya yang diperlukan adalah 1,5 HP

Diameter mill = 32,4343 in = 82,3831 cm

$$\begin{aligned}\text{Volume mill} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\ &= \left(\frac{4}{3} \times 3,14 \times (0,5 \times 82,3831)^3\right) \\ &= 292.612,4415 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume 1 sphere} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\ &= \left(\frac{4}{3} \times 3,14 \times 6^3\right) \\ &= 904,3200 \text{ mm}^3 \\ &= 0,9043 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume Yellow Iron Oxide} &= \frac{\text{massa}}{\rho_{\text{bulk}}} \\ &= \frac{30,1603 \text{ kg}}{580 \text{ kg / m}^3} = 52.052,2414 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume mill yang ditempati oleh sphere dan Yellow Iron Oxide} &= 0,75 \times 292.612,4415 \text{ cm}^3 \\ &= 219.459,3311 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah sphere yang digunakan} &= \frac{219.459,3311 \text{ cm}^3 - 52.052,2414 \text{ cm}^3}{0,9043 \text{ cm}^3} \\ &= 185.123 \text{ buah}\end{aligned}$$

### SPESIFIKASI

Nama : *Ball mill Yellow Iron Oxide*

Tipe : *Vibrating ball mill*

Kapasitas : 30,1603 kg

Diameter mill : 32,4343 in

Daya yang diperlukan : 1,5 HP

Jumlah sphere : 185.123 buah

Bahan konstruksi : *carbon steel*

Jumlah : 1

### C.26. Vibrating Screen Yellow Iron Oxide (H-231)

Fungsi : Memisahkan hancuran pewarna *yellow iron oxide* yang berukuran 200 mesh dari padatan yang lebih besar dari 200 mesh.

Tipe : *Vibrating Screen single deck*

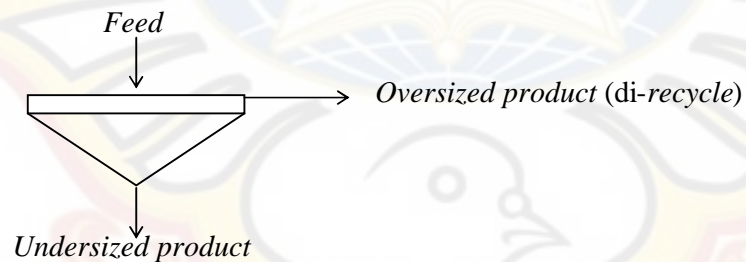
Dasar pemilihan : Dapat digunakan untuk fase *solid*

Kondisi operasi :  $T = 30^{\circ}\text{C}$

$P = 1 \text{ atm}$

Waktu pengayakan = 15 menit

Kapasitas :  $30,1603 \text{ kg/batch} = 120,6412 \text{ kg/jam} = 0,1206 \text{ ton/jam}$



Perancangan:

#### Menghitung Luas Ayakan

Luas ayakan dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s}$$

Dengan:

A : Luas ayakan ( $\text{ft}^2$ )

$C_t$  : kapasitas (ton/ jam)

$C_u$  : kapasitas unit

$$F_{oa} : \text{faktor bukaan area} = 100 \times \left\{ \frac{a}{(a+d)} \right\}^2 \quad [14], \text{ fig.12-16, pers. 21-3}$$

$F_s$  : faktor slot area

Data-data:

$$C_t = 30,1603 \text{ kg/batch} = 120,6412 \text{ kg/jam} = 0,1206 \text{ ton/jam}$$

$$C_u = 0,25 \frac{\text{ton}}{\text{jam} \cdot \text{ft}^2} \quad [14], \text{ fig. 21-15}$$

$$F_s = 1,0$$

$$a = \text{bukaan bersih} = 0,0029 \text{ in}$$

$$d = \text{diameter kawat} = 0,0021 \text{ in}$$

Menentukan  $F_{oa}$ :

$$F_{oa} = 100 \times \left\{ \frac{0,0029}{(0,0029 + 0,0021)} \right\}^2 = 0,3364$$

Menentukan luas ayakan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s} = \frac{0,4 \times 0,1206}{0,25 \times 0,3364 \times 1,0} = 0,5738 \text{ ft}^2 = 0,0533 \text{ m}^2$$

Dari Peter & Timmerhaus, edisi 4, Grafik 14-88, hal 567 dipilih ayakan dengan daya = 0,5 hp.

### SPESIFIKASI

Nama : *Vibrating Screen Yellow Iron Oxide*

Tipe : *Vibrating Screen single deck*

Kapasitas : 30,1603 kg/batch

Luas ayakan : 0,0533 m<sup>2</sup>

Daya yang diperlukan : 0,5 HP

Bahan konstruksi : *carbon steel*

Jumlah : 1

**C.27. *Vibrating Ball Mill Black Iron Oxide* [10] (C-250)**

Fungsi : Menghancurkan *Black Iron Oxide*

Tipe : Ball Mill

Dasar Pemilihan : Cocok untuk penggilingan material yang mudah untuk dihancurkan sampai menjadi *powder*

Kapasitas : 2,3763 kg = 5,2388 lb

*Sphere* yang digunakan terbuat dari *chrome steel* dengan diameter 12 mm dan densitas 7,85 g/cm<sup>3</sup>.

Data dari [14] hal 20-39:

Kapasitas (lb)	Daya (HP)	Diameter mill (in)
3-5	$\frac{1}{3}$	24
20-60	$1\frac{1}{4}$	30
100-400	3	45
200-800	10	60
3000	40	80

Daya yang diperlukan adalah 0,5 HP

Diameter mill = 24,0955 in = 61,2026 cm



$$\begin{aligned}\text{Volume mill} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\ &= \left(\frac{4}{3} \times 3,14 \times (0,5 \times 61,2026)^3\right) \\ &= 119.974,2419 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume 1 sphere} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\ &= \left(\frac{4}{3} \times 3,14 \times 6^3\right) \\ &= 904,3200 \text{ mm}^3 \\ &= 0,9043 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume Black Iron Oxide} &= \frac{\text{massa}}{\rho_{\text{bulk}}} \\ &= \frac{2,3763 \text{ kg}}{890 \text{ kg/m}^3} = 2.670 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume mill yang ditempati oleh sphere dan Black Iron Oxide} &= 0,75 \times 119.974,2419 \text{ cm}^3 \\ &= 89.980,6814 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah sphere yang digunakan} &= \frac{89.980,6814 \text{ cm}^3 - 2.670 \text{ cm}^3}{0,9043 \text{ cm}^3} \\ &= 96.551 \text{ buah}\end{aligned}$$

### SPESIFIKASI

Nama	: <i>Ball mill Black Iron Oxide</i>
Tipe	: <i>Vibrating ball mill</i>
Kapasitas	: 2,3763 kg
Diameter mill	: 24,0955 in
Daya yang diperlukan	: 0,5 HP
Jumlah sphere	: 96.551 buah
Bahan konstruksi	: <i>carbon steel</i>



Jumlah : 1

### C.28. Vibrating Screen Black Iron Oxide (H-251)

Fungsi : Memisahkan hancuran pewarna *black iron oxide* yang berukuran 200 mesh dari padatan yang lebih besar dari 200 mesh.

Tipe : *Vibrating Screen single deck*

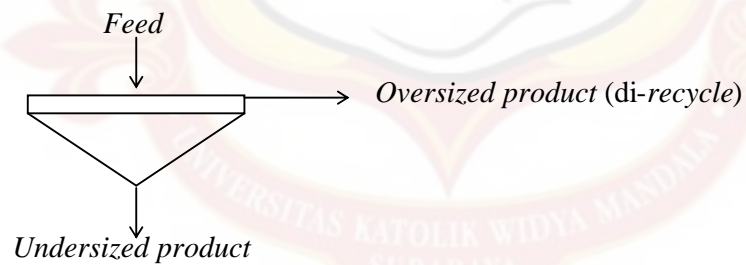
Dasar pemilihan : Dapat digunakan untuk fase *solid*

Kondisi operasi :  $T = 30^{\circ}\text{C}$

$P = 1 \text{ atm}$

Waktu pengayakan = 15 menit

Kapasitas :  $2,3763 \text{ kg/batch} = 9,5052 \text{ kg/jam} = 0,0095 \text{ ton/jam}$



Perancangan:

### Menghitung Luas Ayakan

Luas ayakan dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s}$$

Dengan:

A : Luas ayakan (ft<sup>2</sup>)

C<sub>t</sub> : kapasitas (ton/ jam)

C<sub>u</sub> : kapasitas unit

$$F_{oa} : \text{faktor bukaan area} = 100 \times \left\{ \frac{a}{(a+d)} \right\}^2 \quad [14], \text{ fig.12-16, pers. 21-3}$$

F<sub>s</sub> : faktor slot area

Data-data:

$$C_t = 2,3763 \text{ kg/batch} = 9,5052 \text{ kg/jam} = 0,0095 \text{ ton/jam}$$

$$C_u = 0,25 \frac{\text{ton}}{\text{jam} \cdot \text{ft}^2} \quad [14], \text{ fig. 21-15}$$

$$F_s = 1,0$$

$$a = \text{bukaan bersih} = 0,0029 \text{ in}$$

$$d = \text{diameter kawat} = 0,0021 \text{ in}$$

Menentukan Foa:

$$F_{oa} = 100 \times \left\{ \frac{0,0029}{(0,0029 + 0,0021)} \right\}^2 = 0,3364$$

Menentukan luas ayakan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s} = \frac{0,4 \times 0,0095}{0,25 \times 0,3364 \times 1,0} = 0,0452 \text{ ft}^2 = 0,0042 \text{ m}^2$$

Dari Peter & Timmerhaus, edisi 4, Grafik 14-88, hal 567 dipilih ayakan dengan daya = 0,5 hp.

### SPESIFIKASI

Nama : *Vibrating Screen Black Iron Oxide*

Tipe : *Vibrating Screen single deck*

Kapasitas : 2,3763 kg/batch

Luas ayakan : 0,0042 m<sup>2</sup>

Daya yang diperlukan : 0,5 HP

Bahan konstruksi : *carbon steel*

Jumlah : 1

#### **C.29. *Vibrating Ball Mill Brown Iron Oxide* [10] (C-260)**

Fungsi : Menghancurkan *Brown Iron Oxide*

Tipe : Ball Mill

Dasar Pemilihan : Cocok untuk penggilingan material yang mudah untuk dihancurkan sampai menjadi *powder*

Kapasitas : 4,9354 kg = 10,8806 lb

*Sphere* yang digunakan terbuat dari *chrome steel* dengan diameter 12 mm dan densitas 7,85 g/cm<sup>3</sup>.

Data dari [14] hal 20-39:

Kapasitas (lb)	Daya (HP)	Diameter mill (in)
3-5	$\frac{1}{3}$	24
20-60	$1\frac{1}{4}$	30
100-400	3	45
200-800	10	60
3000	40	80

Daya yang diperlukan adalah 0,6742 HP  $\approx$  1 HP

$$\text{Diameter mill} = 26,3522 \text{ in} = 66,9347 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume mill} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\ &= \left(\frac{4}{3} \times 3,14 \times (0,5 \times 66,9347)^3\right) \\ &= 156.939,5350 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume 1 sphere} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\ &= \left(\frac{4}{3} \times 3,14 \times 6^3\right) \\ &= 904,3200 \text{ mm}^3 \\ &= 0,9043 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume Brown Iron Oxide} &= \frac{\text{massa}}{\rho_{\text{bulk}}} \\ &= \frac{4,9354 \text{ kg}}{510 \text{ kg/m}^3} = 9.677,2549 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume mill yang ditempati oleh sphere dan Brown Iron Oxide} \\ &= 0,75 \times 156.939,5350 \text{ cm}^3 \\ &= 117.704,6512 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah sphere yang digunakan} &= \frac{117.704,6512 \text{ cm}^3 - 9.677,2549 \text{ cm}^3}{0,9043 \text{ cm}^3} \\ &= 119.460 \text{ buah}\end{aligned}$$

### SPESIFIKASI

Nama : *Ball mill Brown Iron Oxide*

Tipe : *Vibrating ball mill*

Kapasitas : 4,9354 kg

Diameter mill : 26,3522 in

Daya yang diperlukan : 1 HP

Jumlah sphere : 119.460 buah

Bahan konstruksi : *carbon steel*

Jumlah : 1

### C.30. *Vibrating Screen Brown Iron Oxide (H-261)*

Fungsi : Memisahkan hancuran pewarna *brown iron oxide* yang berukuran 200 mesh dari padatan yang lebih besar dari 200 mesh.

Tipe : *Vibrating Screen single deck*

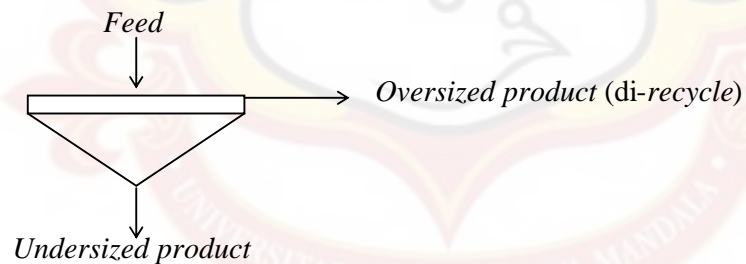
Dasar pemilihan : Dapat digunakan untuk fase *solid*

Kondisi operasi :  $T = 30^{\circ}\text{C}$

$P = 1 \text{ atm}$

Waktu pengayakan = 15 menit

Kapasitas :  $4,9354 \text{ kg/batch} = 19,7416 \text{ kg/jam} = 0,0197 \text{ ton/jam}$



Perancangan:

### Menghitung Luas Ayakan

Luas ayakan dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s}$$

Dengan:

A : Luas ayakan (ft<sup>2</sup>)

C<sub>t</sub> : kapasitas (ton/ jam)

C<sub>u</sub> : kapasitas unit

$$F_{oa} : \text{faktor bukaan area} = 100 \times \left\{ \frac{a}{(a+d)} \right\}^2 \quad [14], \text{ fig.12-16, pers. 21-3}$$

F<sub>s</sub> : faktor slot area

Data-data:

$$C_t = 4,9354 \text{ kg/batch} = 19,7416 \text{ kg/jam} = 0,0197 \text{ ton/jam}$$

$$C_u = 0,25 \frac{\text{ton}}{\text{jam} \cdot \text{ft}^2} \quad [14], \text{ fig. 21-15}$$

$$F_s = 1,0$$

$$a = \text{bukaan bersih} = 0,0029 \text{ in}$$

$$d = \text{diameter kawat} = 0,0021 \text{ in}$$

Menentukan Foa:

$$F_{oa} = 100 \times \left\{ \frac{0,0029}{(0,0029 + 0,0021)} \right\}^2 = 0,3364$$

Menentukan luas ayakan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s} = \frac{0,4 \times 0,0197}{0,25 \times 0,3364 \times 1,0} = 0,0939 \text{ ft}^2 = 0,0087 \text{ m}^2$$

Dari Peter & Timmerhaus, edisi 4, Grafik 14-88, hal 567 dipilih ayakan dengan daya = 0,5 hp.

### SPESIFIKASI



Nama : *Vibrating Screen Brown Iron Oxide*

Tipe : *Vibrating Screen single deck*

Kapasitas : 4,9354 kg/batch

Luas ayakan : 0,0087 m<sup>2</sup>

Daya yang diperlukan : 0,5 HP

Bahan konstruksi : *carbon steel*

Jumlah : 1

**C.31. *Vibrating Ball Mill Methyl Paraben* [10] (C-270)**

Fungsi : Menghancurkan *Methyl Paraben*

Tipe : Ball Mill

Dasar Pemilihan : Cocok untuk penggilingan material yang mudah untuk dihancurkan sampai menjadi *powder*

Kapasitas : 3,6558 kg = 8,0596 lb

*Sphere* yang digunakan terbuat dari *chrome steel* dengan diameter 12 mm dan densitas 7,85 g/cm<sup>3</sup>.

Data dari [14] hal 20-39:

Kapasitas (lb)	Daya (HP)	Diameter mill (in)
3-5	$\frac{1}{3}$	24
20-60	$1\frac{1}{4}$	30
100-400	3	45
200-800	10	60
3000	40	80

Daya yang diperlukan adalah 0,5 HP

Diameter mill = 25,2238 in = 64,0686 cm

$$\begin{aligned}\text{Volume mill} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\ &= \left(\frac{4}{3} \times 3,14 \times (0,5 \times 64,0686)\right)^3 \\ &= 137.630,3137 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume 1 sphere} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\ &= \left(\frac{4}{3} \times 3,14 \times 6^3\right) \\ &= 904,3200 \text{ mm}^3 \\ &= 0,9043 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume Methyl Paraben} &= \frac{\text{massa}}{\rho_{\text{bulk}}} \\ &= \frac{3,6558 \text{ kg}}{1360 \text{ kg} / \text{m}^3} = 2.688,0882 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume mill yang ditempati oleh sphere dan Methyl Paraben} &= 0,75 \times 137.630,3137 \text{ cm}^3 \\ &= 103.222,7353 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah sphere yang digunakan} &= \frac{103.222,7353 \text{ cm}^3 - 2.688,0882 \text{ cm}^3}{0,9043 \text{ cm}^3} \\ &= 111.174 \text{ buah}\end{aligned}$$

### SPESIFIKASI

Nama : *Ball mill Methyl Paraben*

Tipe : *Vibrating ball mill*

Kapasitas : 3,6558 kg

Diameter mill : 25,2238 in

Daya yang diperlukan : 0,5 HP

Jumlah *sphere* : 111.174 buah

Bahan konstruksi : *carbon steel*

Jumlah : 1

### C.32. *Vibrating Screen Methyl Paraben (H-271)*

Fungsi : Memisahkan hancuran pengawet *methyl paraben* yang berukuran 200 mesh dari padatan yang lebih besar dari 200 mesh.

Tipe : *Vibrating Screen single deck*

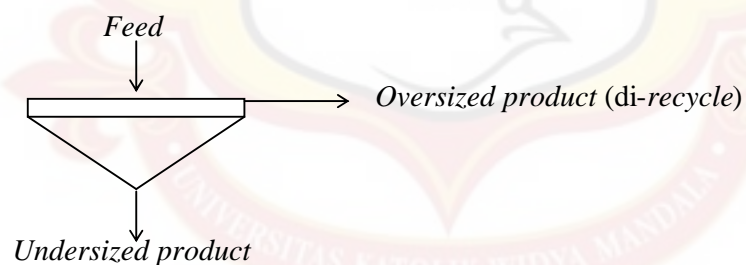
Dasar pemilihan : Dapat digunakan untuk fase *solid*

Kondisi operasi :  $T = 30^{\circ}\text{C}$

$P = 1 \text{ atm}$

Waktu pengayakan = 15 menit

Kapasitas :  $3,6558 \text{ kg/batch} = 14,6232 \text{ kg/jam} = 0,0146 \text{ ton/jam}$



Perancangan:

### Menghitung Luas Ayakan

Luas ayakan dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s}$$

Dengan:

A : Luas ayakan (ft<sup>2</sup>)

C<sub>t</sub> : kapasitas (ton/ jam)

C<sub>u</sub> : kapasitas unit

$$F_{oa} : \text{faktor bukaan area} = 100 \times \left\{ \frac{a}{(a+d)} \right\}^2 \quad [14], \text{ fig.12-16, pers. 21-3}$$

F<sub>s</sub> : faktor slot area

Data-data:

$$C_t = 3,6558 \text{ kg/batch} = 14,6232 \text{ kg/jam} = 0,0146 \text{ ton/jam}$$

$$C_u = 0,25 \frac{\text{ton}}{\text{jam} \cdot \text{ft}^2} \quad [14], \text{ fig. 21-15}$$

$$F_s = 1,0$$

$$a = \text{bukaan bersih} = 0,0029 \text{ in}$$

$$d = \text{diameter kawat} = 0,0021 \text{ in}$$

Menentukan Foa:

$$F_{oa} = 100 \times \left\{ \frac{0,0029}{(0,0029 + 0,0021)} \right\}^2 = 0,3364$$

Menentukan luas ayakan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s} = \frac{0,4 \times 0,0146}{0,25 \times 0,3364 \times 1,0} = 0,0696 \text{ ft}^2 = 0,0065 \text{ m}^2$$

Dari Peter & Timmerhaus, edisi 4, Grafik 14-88, hal 567 dipilih ayakan dengan daya = 0,5 hp.

### SPESIFIKASI

Nama : *Vibrating Screen Methyl Paraben*  
Tipe : *Vibrating Screen single deck*  
Kapasitas : 3,6558 kg/batch  
Luas ayakan : 0,0065 m<sup>2</sup>  
Daya yang diperlukan : 0,5 HP  
Bahan konstruksi : *carbon steel*  
Jumlah : 1

#### **C.33. *Vibrating Ball Mill Prophyl Paraben* [10] (C-280)**

Fungsi : Menghancurkan *Prophyl Paraben*  
Tipe : Ball Mill

Dasar Pemilihan : Cocok untuk penggilingan material yang mudah untuk dihancurkan sampai menjadi *powder*

Kapasitas : 1,8279 kg = 4,0298 lb

*Sphere* yang digunakan terbuat dari *chrome steel* dengan diameter 12 mm dan densitas 7,85 g/cm<sup>3</sup>.

Data dari [14] hal 20-39:

Kapasitas (lb)	Daya (HP)	Diameter mill (in)
3-5	$\frac{1}{3}$	24
20-60	$1\frac{1}{4}$	30
100-400	3	45
200-800	10	60
3000	40	80

Daya yang diperlukan adalah 0,3 HP

Diameter mill = 24 in = 60,96 cm

$$\begin{aligned}\text{Volume mill} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\ &= \left(\frac{4}{3} \times 3,14 \times (0,5 \times 60,96)^3\right) \\ &= 118.553,1977 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume 1 sphere} &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\ &= \left(\frac{4}{3} \times 3,14 \times 6^3\right) \\ &= 904,3200 \text{ mm}^3 \\ &= 0,9043 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume Prophyl Paraben} &= \frac{\text{massa}}{\rho_{\text{bulk}}} \\ &= \frac{1,8279 \text{ kg}}{1.063 \text{ kg/m}^3} = 1.719,5673 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

Volume mill yang ditempati oleh *sphere* dan *Prophyl Paraben*

$$\begin{aligned}&= 0,75 \times 118.553,1977 \text{ cm}^3 \\ &= 88.914,8983 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah sphere yang digunakan} &= \frac{88.914,8983 \text{ cm}^3 - 1.719,5673 \text{ cm}^3}{0,9043 \text{ cm}^3} \\ &= 96.421 \text{ buah}\end{aligned}$$

### SPESIFIKASI

Nama : *Ball mill Prophyl Paraben*

Tipe : *Vibrating ball mill*

Kapasitas : 1,8279 kg

Diameter mill : 24 in

Daya yang diperlukan : 0,3 HP



Jumlah *sphere* : 96.421 buah

Bahan konstruksi : *carbon steel*

Jumlah : 1

#### **C.34. Vibrating Screen Prophyl Paraben (H-281)**

Fungsi : Memisahkan hancuran pengawet *prophyl paraben* yang berukuran 200 mesh dari padatan yang lebih besar dari 200 mesh.

Tipe : *Vibrating Screen single deck*

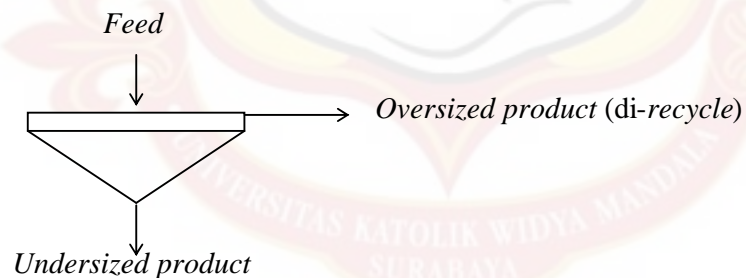
Dasar pemilihan : Dapat digunakan untuk fase *solid*

Kondisi operasi :  $T = 30^{\circ}\text{C}$

$P = 1 \text{ atm}$

Waktu pengayakan = 15 menit

Kapasitas :  $1,8279 \text{ kg/batch} = 7,3116 \text{ kg/jam} = 0,0073 \text{ ton/jam}$



Perancangan:

#### **Menghitung Luas Ayakan**

Luas ayakan dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s}$$

Dengan:

A : Luas ayakan (ft<sup>2</sup>)

C<sub>t</sub> : kapasitas (ton/ jam)

C<sub>u</sub> : kapasitas unit

$$F_{oa} : \text{faktor bukaan area} = 100 \times \left\{ \frac{a}{(a+d)} \right\}^2 \quad [14], \text{ fig.12-16, pers. 21-3}$$

F<sub>s</sub> : faktor slot area

Data-data:

$$C_t = 1,8279 \text{ kg/batch} = 7,3116 \text{ kg/jam} = 0,0073 \text{ ton/jam}$$

$$C_u = 0,25 \frac{\text{ton}}{\text{jam} \cdot \text{ft}^2} \quad [14], \text{ fig. 21-15}$$

$$F_s = 1,0$$

$$a = \text{bukaan bersih} = 0,0029 \text{ in}$$

$$d = \text{diameter kawat} = 0,0021 \text{ in}$$

Menentukan Foa:

$$F_{oa} = 100 \times \left\{ \frac{0,0029}{(0,0029 + 0,0021)} \right\}^2 = 0,3364$$

Menentukan luas ayakan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s} = \frac{0,4 \times 0,0073}{0,25 \times 0,3364 \times 1,0} = 0,0348 \text{ ft}^2 = 0,0032 \text{ m}^2$$

Dari Peter & Timmerhaus, edisi 4, Grafik 14-88, hal 567 dipilih ayakan dengan daya = 0,5 hp.

### SPESIFIKASI

Nama	: <i>Vibrating Screen Methyl Paraben</i>
Tipe	: <i>Vibrating Screen single deck</i>
Kapasitas	: 1,8279 kg/batch
Luas ayakan	: 0,0032 m <sup>2</sup>
Daya yang diperlukan	: 0,5 HP
Bahan konstruksi	: <i>carbon steel</i>
Jumlah	: 1

### **C.35. Ribbon Mixer II (M-310)**

Fungsi : untuk mencampur *powder mixture* bagian II yang terdiri dari *powder mixture* dari ribbon mixer I, *Essential oil*, Pewarna *Red Iron Oxide*, Pewarna *Yellow Iron Oxide*, Pewarna *Black Iron Oxide*, Pewarna *Brown Iron Oxide*, *Methyl paraben*, dan *Prophyl paraben*.

Type : Ribbon Mixer

Data : Kapasitas campuran = 1.745,1827 kg/hari = 3.847,4298 lbm/hari

Mencari  $\rho_{\text{bulk}}$  campuran:

$$\frac{1}{\rho_{\text{campuran}}} = \frac{\frac{3\%}{2690 \text{ kg/m}^3} + \frac{64\%}{2750 \text{ kg/m}^3} + \frac{1\%}{1440 \text{ kg/m}^3} + \frac{5\%}{5670 \text{ kg/m}^3} + \frac{10\%}{4230 \text{ kg/m}^3} + \frac{1,5\%}{2950 \text{ kg/m}^3} + \frac{0,5\%}{2437 \text{ kg/m}^3} + \frac{10\%}{4980 \text{ kg/m}^3} + \frac{1,65\%}{5800 \text{ kg/m}^3} + \frac{1,65\%}{5800 \text{ kg/m}^3} + \frac{0,13\%}{8900 \text{ kg/m}^3} + \frac{0,27\%}{5100 \text{ kg/m}^3} + \frac{0,1\%}{1063 \text{ kg/m}^3} + \frac{0,2\%}{1360 \text{ kg/m}^3} + \frac{1\%}{995,68 \text{ kg/m}^3}}$$

$$\frac{1}{\rho_{\text{campuran}}} = 3,2932 \cdot 10^{-4} \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{campuran}} &= 3.036,5625 \text{ kg/m}^3 \\ &= 6.694,4047 \text{ lbm/m}^3 \\ &= 189,5734 \text{ lbm/ft}^3\end{aligned}$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas feed} &= \frac{\text{Kapasitas campuran}}{\text{Bulk density campuran}} = \frac{3.847,4298 \text{ lbm/hari}}{189,5734 \text{ lbm/ft}^3} \\ &= 20,2952 \text{ ft}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

Waktu proses = 1 hari

Digunakan 1 alat maka volumenya =  $20,1942 \text{ ft}^3/\text{hari} \times 1 \text{ hari} = 20,2952 \text{ ft}^3$

Dari Perry V hal. 21-35, Tabel 21-8

Ditetapkan *approx. working capacity* =  $50 \text{ ft}^3$

$$\begin{aligned}\text{Power yang digunakan} &= \frac{20,2952 \text{ ft}^3}{50 \text{ ft}^3} \times 12 \text{ HP} \\ &= 4,8708 \text{ HP} \approx 5 \text{ HP}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kecepatan putaran yang digunakan} &= \frac{20,2952 \text{ ft}^3}{50 \text{ ft}^3} \times 28 \text{ rpm} \\ &= 11,3653 \text{ rpm} \approx 12 \text{ rpm}\end{aligned}$$

Ditetapkan panjang ribbon mixer (p) = 4 m = 13,1232 ft

Mencari diameter ribbon mixer (ID shell):

$$V_{\text{ribbon mixer}} = \frac{1}{4} \times 3,14 \times \text{ID}^2 \times p$$

$$20,2952 \text{ ft}^3 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times \text{ID}^2 \times 13,1232 \text{ ft}$$

$$20,2952 \text{ ft}^3 = 10,3017 \text{ ft} \times \text{ID}^2$$

$$ID^2 = 1,9701 \text{ ft}^2$$

$$ID = 1,4036 \text{ ft}$$

$$ID = 0,4278 \text{ m}$$

### **Jaket pemanas**

Media pemanas yang digunakan adalah air panas 90°C

Suhu ribbon dijaga pada 60°C

$$Q = m_{\text{air}} \int C_p \cdot dT$$

$$166.010,7746 \text{ kJ/hari} = m_{\text{air}} \cdot 98,5261 \text{ kJ/kg}$$

$$m_{\text{air}} = \frac{166.010,7746 \text{ kJ/hari}}{98,5261 \text{ kJ/kg}}$$

$$m_{\text{air}} = 1.684,9421 \text{ kg/hari}$$

Waktu pencampuran = 30 menit = 1800 s

Jumlah air panas yang diperlukan = 1.773,6233 kg/hari

$$V_{\text{air}} = \frac{m_{\text{air}}}{\rho_{\text{air}}}$$

$$= \frac{1.684,9421 \text{ kg/hari}}{965,3400 \text{ kg/m}^3}$$

$$= 1,7454 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Tebal shell = 3/16 in = 0,0048 m

Diameter luar (OD) shell = ID shell + 2 x tebal shell

$$= 0,4278 \text{ m} + 2 \times 0,0048 \text{ m}$$

$$= 0,4374 \text{ m}$$



$$V_{\text{air panas}} = V_{\text{jaket}} - V_{\text{shell}}$$

$$1,7454 \text{ m}^3 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times (D_{\text{jaket}})^2 \times 13,1232 \text{ ft} - \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,4374 \text{ m})^2 \times 13,1232 \text{ ft}$$

$$1,7454 \text{ m}^3 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times (D_{\text{jaket}})^2 \times 4 \text{ m} - \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,4374 \text{ m})^2 \times 4 \text{ m}$$

$$1,7454 \text{ m}^3 = 3,14 \text{ m} \times (D_{\text{jaket}})^2 - 0,6007 \text{ m}^3$$

$$3,14 \text{ m} \times (D_{\text{jaket}})^2 = 1,7454 \text{ m}^3 + 0,6007 \text{ m}^3$$

$$3,14 \text{ m} \times (D_{\text{jaket}})^2 = 2,3461 \text{ m}^3$$

$$(D_{\text{jaket}})^2 = 0,7472 \text{ m}^2$$

$$D_{\text{jaket}} = 0,8644 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Cp campuran} = & 0,64 \times \text{Cp talc} + 0,1 \times \text{Cp corn starch} + 0,015 \times \text{Cp} \\ & \text{magnesium stearate} + 0,1 \times \text{Cp titanium dioxide} + 0,05 \times \text{Cp} \\ & \text{zinc oxide} + 0,03 \times \text{Cp kaolin} + 0,01 \times \text{Cp asam salisilat} + 0,005 \\ & \times \text{Cp magnesium carbonate} + 0,003 \times \text{Cp pengawet} + 0,037 \times \\ & \text{Cp pewarna} + 0,01 \times \text{Cp Fragrance} \end{aligned}$$

$$\text{Cp campuran} = 46,9588 \text{ kJ/kg K} = 11,2160 \text{ btu/lb.}^\circ\text{F}$$

$$k_{\text{campuran}} \text{ didekati dengan } k_{\text{air}} \text{ pada } T = 70^\circ\text{C}$$

$$k = 0,6581 \text{ W/m.K} = 0,38 \text{ Btu/h.ft.}^\circ\text{F} \text{ [GK, A.2-6]}$$

$$\mu_{\text{campuran}} \text{ didekati dengan } \mu_{\text{air}} \text{ pada } T = 70^\circ\text{C}$$

$$\mu = 0,4061 \text{ cp} = 0,4061 \text{ cp} \times 2,42 \text{ [lbm/ft h]}/\text{cp} = 0,983 \text{ lbm/ft h} \text{ [GK, A.2-4]}$$

Perhitungan koefisien perpindahan panas konveksi dari pemanas menuju liquid dalam digester (hj):

$$hj = \frac{j \times k}{D_j} \times \left( \frac{\text{Cp} \times \mu}{k} \right)^{1/3} \times \left( \frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14} \quad [30]$$



di mana:

$h_j$  = koefisien perpindahan panas konveksi

$j$  = faktor perpindahan panas Sieder-Tate

$k$  = konduktivitas termal = 0,38 Btu/h.ft.°F

$D_j$  = diameter ribbon = 0,714 ft

$C_p$  = kapasitas panas = 11,2160 btu/lb.°F

$\mu$  = viskositas fluida = 0,983 lbm/ft h

$\mu_w$  = viskositas fluida pada suhu  $T_w$  = 0,983 lbm/ft h

Faktor perpindahan panas Sieder-Tate didapat dengan perhitungan:

$$N_{Re,j} = \frac{L^2 \times N \rho}{\mu} \quad [53, p.718]$$

di mana:  $L$  = panjang blade = 0,712 ft

$N$  = kecepatan pengadukan = 60 rpm = 3600 rph

$\rho$  = densitas fluida = 61,043 lb/ft<sup>3</sup>

$\mu$  = viskositas fluida = 0,983 lbm/ft h

Sehingga didapatkan:

$$N_{Re,j} = \frac{(0,712)^2 \times 3600 \text{ rph} \times 61,043 \text{ lb/ft}^3}{0,983 \text{ lb/ft h}} = 113.336,29$$

Dari literatur [53, Fig 20.2] didapatkan  $j$  untuk jaket = 800

Koefisien perpindahan panas konveksi :

$$h_j = \frac{j \times k}{D_j} \times \left( \frac{C_p \times \mu}{k} \right)^{1/3} \times \left( \frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14}$$

$$= \frac{800 \times 0,38 \text{ btu/h.ft.}^\circ\text{F}}{0,714 \text{ ft}} x \left( \frac{11,2160 \text{ btu/lb.}^\circ\text{F} \times 0,983 \text{ lb/ft.h}}{0,38 \text{ btu/h.ft.}^\circ\text{F}} \right)^{1/3} x (1)^{0,14}$$

$$= 1308,764 \text{ btu/h.ft}^2.\text{}^\circ\text{F}$$

$$h_{\text{air}} = h_{i0} = 1.000 \text{ btu/ h.ft}^2.\text{}^\circ\text{F} \quad [30, \text{p.164}]$$

$$U_c = \frac{h_j \times h_{i0}}{h_j + h_{i0}} \quad [30, \text{Eq. 6.7}]$$

$$= \frac{1308,764 \text{ btu/h.ft}^2.\text{}^\circ\text{F} \times 1.500 \text{ btu/h.ft}^2.\text{}^\circ\text{F}}{1308,764 \text{ btu/h.ft}^2.\text{}^\circ\text{F} + 1.500 \text{ btu/h.ft}^2.\text{}^\circ\text{F}} = 698,936 \text{ btu/ h.ft}^2.\text{}^\circ\text{F}$$

$R_d$  untuk jaket pemanas dengan suhu di atas  $125^\circ\text{F} = 0,001$  [53, Tbl 12,p.845]

$$U_d = \left( \frac{1}{U_c} + R_d \right)^{-1} \quad [30, \text{Eq. 6.10}]$$

$$= \left( \frac{1}{698,936 \text{ btu/h.ft}^2.\text{}^\circ\text{F}} + 0,001 \right)^{-1} = 411,396$$

### SPESIFIKASI

Type	: Ribbon Mixer dilengkapi dengan jaket pemanas
Kapasitas	: 3.847,4298 lbm
Speed	: 12 rpm
Power	: 5 HP
Bahan ribbon mixer	: Stainless steel
ID ribbon mixer	: 0,4940 m
OD ribbon mixer	: 0,5036 m
Panjang ribbon mixer	: 3 m

D jaket pemanas : 0,9437 m

Jumlah : 1 buah

### C.36. *Vibrating Ball Mill Powder Mixture* [10] (C-320)

Fungsi : Menghancurkan *Powder Mixture* (produk bedak)

Tipe : Ball Mill

Dasar Pemilihan : Cocok untuk penggilingan material yang mudah untuk dihancurkan sampai menjadi *powder*

Kapasitas :  $\frac{1.827,8947 \text{ kg}}{3} = 609,2982 \text{ kg} = 1.343,2589 \text{ lb}$

*Sphere* yang digunakan terbuat dari *chrome steel* dengan diameter 12 mm dan densitas 7,85 g/cm<sup>3</sup>.

Data dari [14] hal 20-39:

Kapasitas (lb)	Daya (HP)	Diameter mill (in)
3-5	$\frac{1}{3}$	24
20-60	$1\frac{1}{4}$	30
100-400	3	45
200-800	10	60
3000	40	80

Dengan ekstrapolasi didapatkan:

Daya yang diperlukan adalah 17,5

Diameter mill = 64,9188 in = 164,9443 cm

Volume mill =  $\frac{4}{3} \times \pi \times r^3$

$$= \left(\frac{4}{3} \times 3,14 \times (0,5 \times 164,9443)\right)^3$$

$$= 2.348.498,7550 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume 1 sphere} = \frac{4}{3} \times \pi \times r^3$$

$$= \left(\frac{4}{3} \times 3,14 \times 6^3\right)$$

$$= 904,3200 \text{ mm}^3$$

$$= 0,9043 \text{ cm}^3$$

Mencari  $\rho_{\text{bulk}}$  campuran:

$$\frac{1}{\rho_{\text{campuran}}} = \frac{\frac{3\%}{2690 \text{ kg/m}^3} + \frac{64\%}{2750 \text{ kg/m}^3} + \frac{1\%}{1440 \text{ kg/m}^3} + \frac{5\%}{5670 \text{ kg/m}^3} + \frac{10\%}{4230 \text{ kg/m}^3} + \frac{1,5\%}{2950 \text{ kg/m}^3} + \frac{0,5\%}{2437 \text{ kg/m}^3} + \frac{10\%}{4980 \text{ kg/m}^3} + \frac{1,65\%}{5800 \text{ kg/m}^3} + \frac{1,65\%}{5800 \text{ kg/m}^3} + \frac{0,13\%}{8900 \text{ kg/m}^3} + \frac{0,27\%}{5100 \text{ kg/m}^3} + \frac{0,1\%}{1063 \text{ kg/m}^3} + \frac{0,2\%}{1360 \text{ kg/m}^3} + \frac{1\%}{995,68 \text{ kg/m}^3}$$

$$\frac{1}{\rho_{\text{campuran}}} = 3,2932 \cdot 10^{-4} \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{campuran}} = 3.036,5625 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volume Powder mixture} = \frac{\text{massa}}{\rho_{\text{bulk}}}$$

$$= \frac{609,2982 \text{ kg}}{3.036,5625 \text{ kg/m}^3} = 200.653,9302 \text{ cm}^3$$

Volume mill yang ditempati oleh *sphere* dan *Powder mixture*

$$= 0,75 \times 2.348.498,7550 \text{ cm}^3$$

$$= 1.761.374,0660 \text{ cm}^3$$

Jumlah *sphere* yang digunakan

$$= \frac{1.761.374,0660 \text{ cm}^3 - 200.653,9302 \text{ cm}^3}{0,9043 \text{ cm}^3}$$

$$= 1.725.888 \text{ buah}$$

### SPESIFIKASI

Nama	: <i>Ball mill Powder mixture</i> (produk bedak)
Tipe	: <i>Vibrating ball mill</i>
Kapasitas	: 609,2982 kg
Diameter mill	: 64,9188 in
Daya yang diperlukan	: 17,5 HP
Jumlah <i>sphere</i>	: 4.409.588 buah
Bahan konstruksi	: <i>carbon steel</i>
Jumlah	: 1

### **C.37. Vibrating Screen Powder Mixture (H-321)**

Fungsi : Memisahkan hancuran *powder mixture* yang berukuran 200 mesh dari padatan yang lebih besar dari 200 mesh.

Tipe : *Vibrating Screen single deck*

Dasar pemilihan : Dapat digunakan untuk fase *solid*

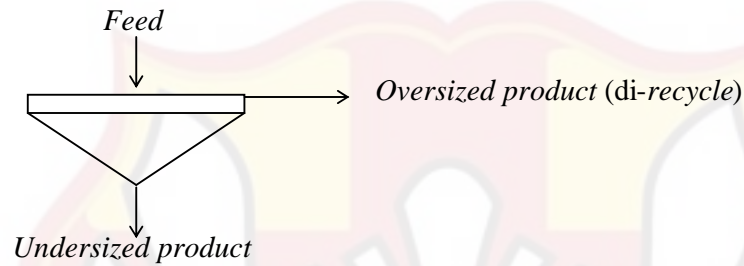
Kondisi operasi :  $T = 30^{\circ}\text{C}$

$P = 1 \text{ atm}$

Waktu pencampuran = 30 menit



Kapasitas : 609,2982 kg/batch = 1.218,5964 kg/jam  
 = 1,2186 ton/jam



Perancangan:

### Menghitung Luas Ayakan

Luas ayakan dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s}$$

Dengan:

A : Luas ayakan (ft<sup>2</sup>)

C<sub>t</sub> : kapasitas (ton/ jam)

C<sub>u</sub> : kapasitas unit

$$F_{oa} : \text{faktor bukaan area} = 100 \times \left\{ \frac{a}{(a+d)} \right\}^2 \quad [14], \text{ fig.12-16, pers. 21-3}$$

F<sub>s</sub> : faktor slot area

Data-data:

$$C_t = 609,2982 \text{ kg/batch} = 1.218,5964 \text{ kg/jam} = 1,2186 \text{ ton/jam}$$

$$C_u = 0,25 \frac{\text{ton}}{\text{jam} \cdot \text{ft}^2} \quad [14], \text{ fig. 21-15}$$

$$F_s = 1,0$$



a = bukaan bersih = 0,0029 in

d = diameter kawat = 0,0021 in

Menentukan Foa:

$$F_{oa} = 100 \times \left\{ \frac{0,0029}{(0,0029 + 0,0021)} \right\}^2 = 0,3364$$

Menentukan luas ayakan:

$$A = \frac{0,4 \times C_t}{C_u \times F_{oa} \times F_s} = \frac{0,4 \times 1,2186}{0,25 \times 0,3364 \times 1,0} = 5,7960 \text{ ft}^2 = 0,5632 \text{ m}^2$$

Dari Peter & Timmerhaus, edisi 4, Grafik 14-88, hal 567 dipilih ayakan dengan daya = 0,5 hp.

### SPESIFIKASI

Nama : *Vibrating Screen Powder Mixture* (produk bedak)

Tipe : *Vibrating Screen single deck*

Luas ayakan : 0,5632 m<sup>2</sup>

Daya yang diperlukan : 0,5 HP

Bahan konstruksi : *carbon steel*

Jumlah : 1

### **C.38. Screw Conveyor (J-322)**

Fungsi : Mengangkut *powder mixture* dari *screen* menuju *filling* dan *packaging*.

Tipe : *Screw conveyor* yang dilengkapi dengan *hooper*

Dasar pemilihan : Cocok digunakan untuk membawa bahan yang bersifat solid (*powder*).

Kebutuhan per batch : 1.827,8947 kg = 1,8279 ton

Waktu transportasi : 15 menit

Panjang *screw* (L) : 2 meter = 6,5616 ft

Densitas *campuran* = 189,5734 lbm/ft<sup>3</sup>

Tinggi elevasi (T) = 1,4285 ft = 1,43 ft (mengikuti tinggi ribbon mixer)

Perhitungan :

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas} &= 1,8279 \text{ ton} : 0,25 \text{ jam} = 7,3116 \text{ ton/jam} \\ &= 16.377,9840 \text{ lbm/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Rate volumerik } (\bar{v}) &= 16.377,9840 \text{ lbm/jam} : 189,5734 \text{ lbm/ft}^3 = 86,3939 \\ &\text{ft}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

Dari Perry (1997) Tabel 21-6 didapatkan data sebagai berikut

- Kapasitas = 10 ton/jam
- Diameter pipa *screw* = 2,5 in
- *Shaft* diameter = 2 in
- Kecepatan ( $\omega$ ) = 55 rpm
- *Feed section* diameter = 9 in

Power motor yang dibutuhkan:

$$\dot{P} = \frac{[s.(\omega) + F(\bar{v}).(\rho)].L + 0,51(T)(30.000)}{10^6} \quad [28]$$

Harga F = 1 didapatkan dari Wallas (1990) tabel 5.4(b) dan harga s = 114

didapatkan dari Tabel 5.4(c) [28]

$$\dot{P} = \frac{[114.(55) + 1(86,3939).(189,5734)].6,5616 + 0,51(1,43)(30.000)}{10^6}$$

$$= 0,1356 \text{ hp}$$

Efisiensi motor 80 %

[29]

$$\text{Power motor} = 0,1356 : 80\% = 0,1695 \text{ HP} \approx 3 \text{ HP}$$

### SPESIFIKASI

- Nama = *Screw Conveyor*
- Waktu transportasi = 15 menit
- Panjang *screw* (L) = 6,5616 ft
- Tinggi elevasi (T) = 4,92 ft
- Kapasitas = 10 ton/jam
- Diameter pipa *screw* = 2,5 in
- *Shaft* diameter = 2 in
- Kecepatan ( $\omega$ ) = 55 rpm
- *Feed section* diameter = 9 in
- Power motor = 0,3 HP

## APPENDIX D

### PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI

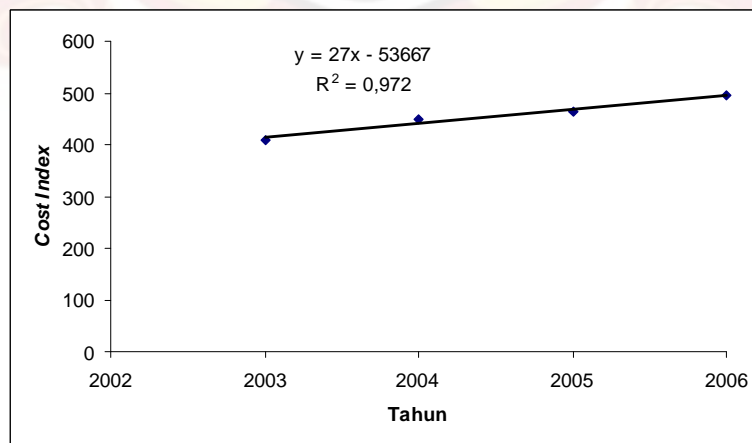
#### D.1. Perhitungan Harga Peralatan

Harga peralatan dari tahun ke tahun selalu berubah mengikuti kondisi ekonomi. Oleh karena itu untuk mengetahui harga alat untuk tahun yang akan datang diperlukan suatu indeks yang dapat mengkonversikan harga peralatan sekarang ke harga peralatan tahun yang akan datang.

Untuk menghitung harga tahun yang akan datang digunakan rumus:

$$\text{Harga alat tahun yang akan datang} = \frac{\text{Cost index tahun yg akan datang}}{\text{Cost index pd tahun ini}} \times \text{harga alat pd tahun ini}$$

Pada perencanaan pabrik *face powder*, harga alat diperoleh dari situs di internet untuk alat-alat impor, sedangkan untuk peralatan lokal harga alat didasarkan pada harga jual alat yang terdapat di pasaran. *Cost index* yang digunakan adalah *Chemical Engineering Plant Cost Index* [31]. Diperkirakan pabrik *face powder* akan didirikan pada tahun 2011.



### Gambar D.1. Cost index Chemical Engineering Plant

Dengan menggunakan regresi linear didapat persamaan  $y = 9,3x - 18153$

( $y = \text{cost index}$ ,  $x = \text{tahun}$ ) , kemudian diperoleh:

- *Cost index* pada tahun 2009 = 576
- *Cost index* pada tahun 2011 = 630

#### Contoh perhitungan :

Nama alat : *Vibrating Ball Mill Magnesium Stearate* (C-110)

Kapasitas : 27,4184 kg atau 60,4466 lb

Bahan konstruksi : Stainless steel

Harga tahun 2009 : \$ 35.200 [32]

Harga tahun 2011 :  $\frac{630}{576} \times \$ 35.200 = \$ 38.500$

Dengan cara yang sama, harga peralatan alat proses dan utilitas disajikan pada

Tabel D.1 dan Tabel D.2.

**Tabel D.1. Harga Alat Proses [31]**

No.	Nama Alat	Kode	Harga satuan thn 2009 (\$)	Harga satuan thn 2011 (\$)	Jumlah	Harga Total tahun 2011 (Rp.)
1	<i>Vibrating Ball Mill Magnesium Stearate</i>	C-110	35.200	38.500	1	423.500.000
2	<i>Vibrating Ball Mill Magnesium Carbonate</i>	C-120	35.200	38.500	1	423.500.000
3	<i>Vibrating Ball Mill Titanium Dioxyde</i>	C-130	97.350	106.476	1	1.171.242.188
4	<i>Vibrating Ball Mill Zinc Oxyde</i>	C-140	97.350	106.476	1	1.171.242.188
5	<i>Vibrating Ball Mill Kaolin</i>	C-150	82.900	90.671	1	997.390.625
6	<i>Vibrating Ball Mill Asam salisilat</i>	C-160	35.200	38.500	1	423.500.000
7	<i>Vibrating Ball Mill Starch</i>	C-170	97.350	106.476	1	1.171.242.188







\*Kurs : USD 1 = IDR 11.000

**Tabel D.2. Harga Alat Utilitas [31]**

Nama Alat	Jumlah	Harga satuan 2009 (\$)	Harga satuan 2011 (\$)	Harga Total 2011 (Rp.)
Pompa air sanitasi	1	1.500	1.640	18.046.875
Blower	1	2.100	2.296	25.265.625
Electrical Heate [35]	1	3.000	3.281	36.093.750
HEPA Filter[36]	1	412,5	451,172	4.962.891
Pre-Filter	1	36,7	40,141	441.547
Dehumidifier[37]	1	525,7	574,984	6.324.828
<b>TOTAL</b>				<b>91.135.516</b>

\*Kurs : USD 1 = IDR 11.000

Total harga alat = Rp. 11.851.103.906 + Rp. 91.135.516  
= Rp. 11.942.239.422

## **D.2. Perhitungan Harga Bahan Baku**

Harga bahan baku dapat dilihat pada Tabel D.3. dan Tabel D.4.

**Tabel D.3. Harga Bahan Baku**

Bahan	Harga per kg (Rp)	Kebutuhan per hari (kg)	Kebutuhan per tahun (kg)	Harga per tahun (Rp)
Magnesium Stearate	518.250	26,0475	6.251,4	3.239.788.050
Magnesium Carbonate	1.550.600	8,6825	2.083,8	3.231.140.280
Titanium Dioxide	721.500	173,6500	41.676	30.069.234.000
Zinc Oxide	864.750	86,8250	20.838	18.019.660.500
Kaolin	60.000	52,0950	12.502,8	750.168.000
Asam salisilat	1.025.000	17,3650	4167,6	4.271.790.000
Starch	4.000	173,6500	41.676	166.704.000
Talc	4.400	1.111,3600	266.726,4	1.173.596.160
Red Iron Oxide	1.072.650	28,6523	6.876,552	7.376.133.503
Yellow Iron Oxide	1.072.650	28,6523	6.876,552	7.376.133.503
Black Iron Oxide	1.072.650	2,2575	541,8	581.161.770
Brown Iron Oxide	1.072.650	4,6886	1.125,264	1.207.014.430
Methyl Paraben	1.850.750	3,4730	833,52	1.542.637.140

<i>Prophyl Paraben</i>	1.905.750	1,7365	416,76	794.240.370
<i>Essetial Oil</i>	219.780	26,0475	6251,4	1.373.932.692
<b>Total</b>				<b>81.173.334.397</b>

### D.3. Perhitungan Harga Utilitas

#### LISTRIK

Perhitungan harga utilitas meliputi harga listrik, harga air, harga bahan bakar, dan harga pemurnian air. Berdasarkan keputusan Presiden Republik Indonesia nomor 76 tahun 2003, biaya listrik luar beban puncak (LWBP) dan beban puncak (WBP) untuk industri adalah Rp 439/kWh.

**Tabel D.4. Biaya Listrik dari Lampu**

No	Ruangan	Lumen Output	Efficacy (lumen/watt)	Waktu (jam)	kW	kWh (WBP)	kWh (LWBP)
<b>Lampu Merkuri</b>							
1	Parkir mobil	3.767,2770	85	12	0,0251152	0,05023036	0,2511518
2	Parkir motor	3.013,8220	85	12	0,0200921	0,10046073	0,38175079
3	Gudang produk	15.499,6500	85	24	0,103331	0,516655	1,963289
4	Area Utilitas	10.656,0100	85	12	0,07104007	0,2131202	0,6393606
5	Area Proses	24.110,5730	85	12	0,1607372	0,80368577	1,12516007
6	Gudang bahan baku	1.291,6380	85	12	0,0086109	0,0430546	0,06027644
7	Taman	1.614,5470	85	5	0,0107636	0,05381823	-
8	Jalan	22.389,6540	85	12	0,14926436	0,7463218	1,04485052
9	Area perluasan	13.562,1970	85	9	0,0904146	0,36165859	0,45207323
<b>Lampu Fluorescent</b>							
10	Kantor	34.874,2200	40	8	0,1394969	-	1,11597504
11	Pengolahan limbah	8.288,0090	40	9	0,033152	0,03315204	0,26521629
12	Pos satpam	2.152,7300	40	12	0,0086109	0,0430546	0,06027644
13	Toilet	1.614,5470	40	24	0,0064582	0,03229094	0,12270557
14	Mushola	2.152,7300	40	24	0,0086109	0,0430546	0,16360748
15	Ruang ganti	4.736,0050	40	8	0,01894402	-	0,15155216
16	Klinik	2.583,2760	40	8	0,0103331	-	0,08266483
17	Kantin	5.920,0070	40	7	0,02368	-	0,1657602

**Tabel D.5. Biaya Listrik dari Lampu**

No	Ruangan	WBP (Rp)	LWBP (Rp)	Total (Rp)
1	Parkir mobil	30,8715	110,2556	141,1272
2	Parkir motor	61,7431	167,5885	229,3317
3	Gudang produk	317,5362	861,8838	1179,4200
4	Area Utilitas	280,6793	130,9837	411,6629
5	Area Proses	493,9453	493,9452	987,8905
6	Gudang bahan baku	26,4613	26,4613	52,9227
7	Taman	33,0766	0	33,0766
8	Jalan	458,6893	458,6894	917,3787
9	Area perluasan	222,2754	198,4601	420,7355
10	Kantor	0	489,9130	489,9130
11	Pengolahan limbah	20,3752	116,4299	136,8051
12	Pos satpam	26,4613	26,4613	52,9227
13	Toilet	19,8460	53,8677	73,7137
14	Mushola	26,4613	71,8236	98,2850
15	Ruang ganti	0	158,0120	66,5313
16	Klinik	0	66,5313	36,2898
17	Kantin	0	36,2898	72,76872
<b>TOTAL</b>				<b>5.400,7759</b>

**Tabel D.6. Biaya Listrik Dari Alat Proses dan Utilitas**

Ruang	hp	kW	kWh (WBP)	kWh (LWBP)	WBP (Rp)	LWBP (Rp)
Proses dan utilitas	125,06	93,25	0	746	0	367.777

Total biaya listrik lampu dan alat :

= Rp. 5.400,7759 + Rp. 367.777

= Rp. 373.178 per hari x 240 hari/tahun

= Rp. 89.562.703 per tahun

Biaya beban listrik = Rp 29.500/kW.bulan

Kebutuhan listrik total = 115,6282 kW (BAB VI)

Total biaya beban dalam setahun :

= 115,6282 kW x 29.500/kW.bulan x 12 bulan/tahun

= Rp. 40.932.383 per tahun

Total biaya listrik = Total biaya beban + biaya listrik lampu dan alat

= Rp. 40.932.383 + Rp. 89.562.703

= Rp. 130.495.086 per tahun

### **AIR**

Biaya kebutuhan air dihitung dengan rumus

Biaya kebutuhan air = Biaya pemakaian + biaya administrasi + biaya pemeliharaan + biaya pelayanan air kotor

Kebutuhan air total =  $10,9 \text{ m}^3/\text{hari}$

Berdasarkan keterangan dari PDAM kota Mojokerto, diperoleh harga untuk pemakaian air untuk industri Rp. 4.270 per  $\text{m}^3$

Total biaya pemakaian =  $10,9 \text{ m}^3/\text{hari} \times \text{Rp.}4.270 /\text{m}^3$

= Rp. 46.543 per hari = Rp. 15.359.190 per tahun

Biaya administrasi (biaya cetak rekening ) = Rp. 7.500 per bulan

Biaya pelayanan air kotor = Rp. 120.000 per bulan

Biaya pemeliharaan = Rp .150.000 per bulan

Biaya kebutuhan air =  $\text{Rp. } 15359190 + \{(\text{Rp.}7.500 + \text{Rp.}120.000 + \text{Rp.}150.000) \times 12\}$

= Rp. 18.689.190 per tahun

Harga total utilitas per tahun dapat dilihat pada Tabel D.6.

**Tabel D.7. Biaya Utilitas per Tahun**

No.	Jenis	Harga (Rp.)
1	Biaya Listrik	130.495.086
2	Biaya Air	18.689.190

<b>TOTAL</b>	<b>149.184.276</b>
--------------	--------------------

#### D.4. Perhitungan Harga Tanah dan Bangunan

Harga Tanah dan bangunan di Kota Mojokerto dapat dilihat pada Tabel

D.7.

**Tabel D.8. Harga Tanah dan Bangunan Kota Mojokerto**

<b>Jenis</b>	<b>Harga per m<sup>2</sup> (Rp.)</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Harga Total (Rp.)</b>
Tanah	750.000	1.850	1.387.500.000
Bangunan	1.000.000	1.017	1.017.000.000
<b>TOTAL</b>			<b>2.404.500.000</b>

#### D.5. Perhitungan Gaji Pegawai

Pabrik *Loose face powder* ini mempekerjakan pegawai sebanyak 70 orang dengan gaji pegawai ditetapkan selama 12 bulan dengan 1 bulan tunjangan.

Perhitungan gaji pegawai dapat dilihat pada Tabel D.9.



Tabel D.9. Perincian Gaji Karyawan Tiap Bulan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji (Rp.)	Total (Rp.)
1	Direktur Utama	1	15.000.000	15.000.000
2	General Manager	1	10.000.000	10.000.000
3	Manager Produksi	1	5.000.000	5.000.000
4	Manager Keuangan	1	5.000.000	5.000.000
5	Manager Pemasaran	1	5.000.000	5.000.000
6	Manager Personalia dan Umum	1	5.000.000	5.000.000
7	Kepala Bagian Research and Development	1	3.500.000	3.500.000
8	Kepala Bagian Akutansi dan Keuangan	1	3.500.000	3.500.000
9	Kepala Bagian Promosi dan Marketing	1	3.500.000	3.500.000
10	Kepala Bagian Proses dan Utilitas	1	3.500.000	3.500.000
11	Kepala Bagian Maintenance	1	3.500.000	3.500.000
12	Kepala Bagian Laboratorium dan QC	1	3.500.000	3.500.000
13	Kepala Bagian Pembelian dan Penjualan	1	3.500.000	3.500.000
14	Sekretaris	1	1.700.000	1.700.000
15	Supervisor Proses	1	2.500.000	2.500.000
16	Pekerja Proses	10	1.000.000	10.000.000
17	Pekerja Maintenance	2	1.000.000	2.000.000
18	Pekerja Utilitas	2	1.000.000	2.000.000
19	Pekerja Laboratorium dan QC	2	1.500.000	3.000.000
20	Pekerja Akutansi dan Keuangan	3	1.500.000	4.500.000
21	Pekerja Personalia dan Umum	2	1.500.000	3.000.000
22	Pekerja Pembelian dan Penjualan	3	1.500.000	4.500.000
23	Pekerja Pemasaran dan Marketing	4	1.500.000	6.000.000
24	Pekerja Research and Development	3	1.500.000	3.000.000
25	Pekerja Gudang	5	1.000.000	5.000.000
26	Pekerja Kebersihan	5	800.000	4.000.000
27	Keamanan	8	800.000	6.400.000
28	Sopir	4	800.000	3.200.000
29	Poliklinik	2	1.000.000	2.000.000
	<b>TOTAL</b>	<b>70</b>		<b>132.300.000</b>

Total gaji pegawai = Rp. 132.300.000/bulan x 13 bulan/tahun



= Rp. 1.719.900.000/tahun

#### D.6. Perhitungan Harga Jual Produk

Produk yang dihasilkan adalah *loose face powder* bermerk "Luvia" sebanyak 1.736,5 kg per hari. *Loose face powder* yang dijual sebanyak 20 gram per kemasan dengan harga jual Rp. 12.000.

Perkiraan harga jual Rp. 12.000 dibandingkan dengan harga kompetitor bedak yang memiliki formula tersendiri seperti:

1. Revlon, bedak yang dilengkapi SPF 10 dengan harga Rp. 44.000,- untuk 30 gram.
2. Maybelline, dapat membuat kulit menjadi tidak berminyak dengan harga Rp. 30.000,- untuk 25 gram
3. La Tulipe, bedak yang berkhasiat menutup masa penuaan pada wajah (*Anti-aging*) dengan harga Rp. 30.000,- untuk 25 gram
4. Sari ayu, bedak tabur dengan tabir surya alami dengan harga Rp. 16.000,- untuk 20 gram

Melalui perbandingan ini diharapkan produk baru *loose powder* "Luvia" dengan harga yang lebih terjangkau sekaligus formula *anti acne* dapat disukai oleh konsumen.

$$\text{Jumlah kemasan } \textit{Loose face powder} = \frac{(1736,5 \text{ kg} \times 1000 \frac{\text{gram}}{\text{kg}})}{20 \text{ gram}} = 86.825$$

kemasan

$$\text{Harga jual produk per hari} = 86.825 \times \text{Rp. 12.000} = \text{Rp. 1.041.900.000}$$

$$\text{Harga jual produk per tahun} = \text{Rp. 1.041.900.000} \times 240$$

$$= \text{Rp. } 250.056.000.000$$

#### D.7. Perhitungan Harga Kemasan

Kemasan yang digunakan adalah *case* khusus bedak, puff bedak, kotak kecil untuk tempat bedak, dan kardus besar untuk *packing*.

##### Perhitungan :

- Kemasan *case* bedak dilengkapi cetakan desain

Harga satu buah *case* bedak = Rp. 3.000

Jumlah kemasan per hari = 86.825 kemasan

Harga total = Rp. 3.000 x 86.825 kemasan = Rp. 260.475.000 per hari

Harga total per tahun = Rp. 260.475.000 x 240 = Rp. 62.514.000.000

- Puff

Harga satu puff = Rp. 1.500

Jumlah kemasan per hari = 86.825 kemasan

Harga total = Rp. 1.500 x 86.825 kemasan = Rp. 130.237.500 per hari

Harga total per tahun = Rp. 130.237.500 x 240 = Rp. 31.257.000.000

- Kardus *packing* (@24 buah bedak)

1 tahun = 240 hari

Jumlah kemasan bedak = 86.825 kemasan per hari, 1 kardus berisi 24 buah bedak

Jumlah satuan per hari =  $\frac{86.825}{24} = 3618$  kardus

Jumlah per tahun = 3618 kardus x 240 = 868.320 kardus

Harga satuan = Rp 500 (harga satuan terdiri dari harga kardus dan ongkos percetakan desain kemasan)

Harga total per tahun =  $868.320 \text{ kardus} \times \text{Rp } 500,00 = \text{Rp } 434.160.000$

- Kotak bedak

Harga satu buah kotak bedak = Rp. 300 (Harga kotak dan ongkos pencetakan desain kemasan)

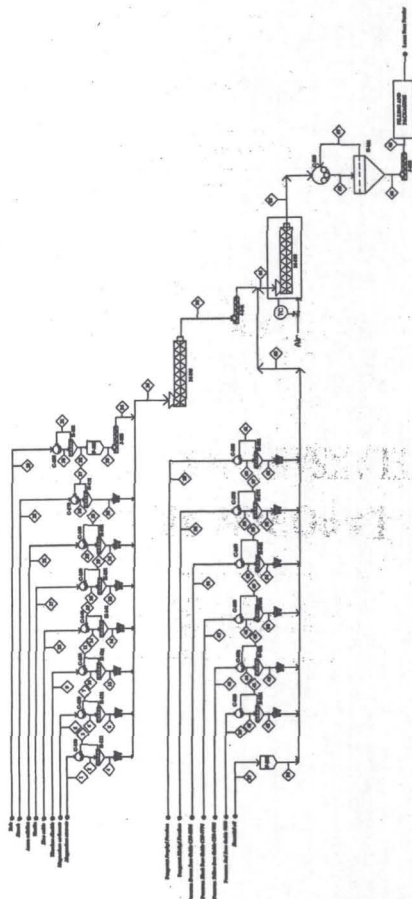
Jumlah kemasan per hari = 86.825 kemasan

Harga total =  $\text{Rp. } 300 \times 86.825 \text{ kemasan} = \text{Rp. } 26.047.500$  per hari

Harga total per tahun =  $\text{Rp. } 26.047.500 \times 240 = \text{Rp. } 6.251.400.000$

Total harga kemasan =  $\text{Rp. } 62.514.000.000 + \text{Rp. } 31.257.000.000 + \text{Rp. } 434.160.000 + \text{Rp. } 6.251.400.000$   
 $= \text{Rp. } 100.457.000.000$



[illegible][illegible]